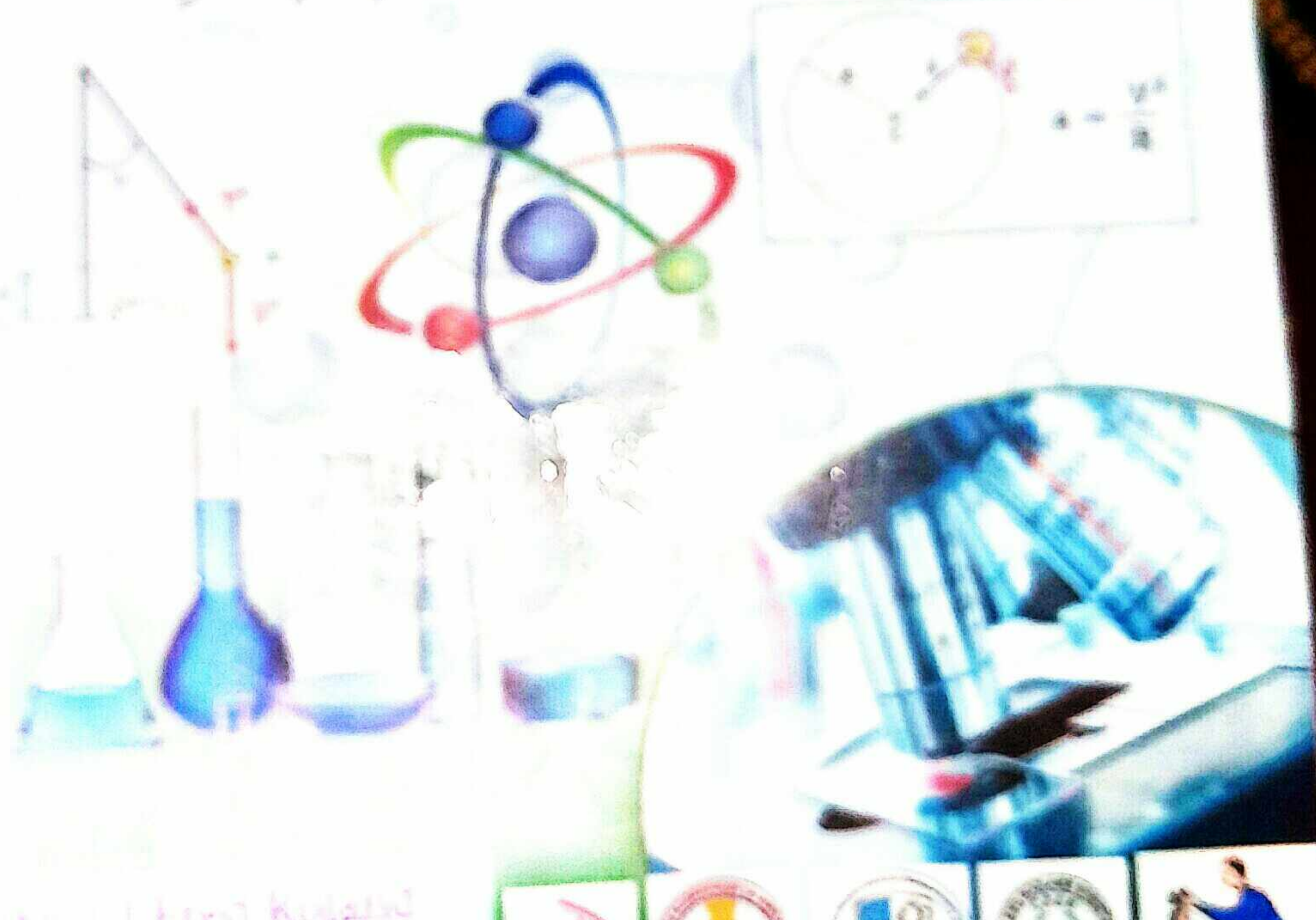
PHYSIQUE & CHIMIE

Tle C,D,E

- L'essentiel du cours
- [illegible] Exercices de physique
- [illegible] exercices de chimie
- [illegible] Sujets proposés aux examens



Chapitre 1 : SOLUTIONS AQUEUSES ET pH

L'essentiel du cours

I. Solution aqueuse

1. Définition

Une solution aqueuse est un mélange homogène dans lequel l'eau est le solvant. Le corps dissout est appelé soluté et l'opération est appelée dissolution.

2. Concentrations

(a) Concentration molaire ou molarité

Dans une solution de volume V, mesuré en litre, qui contient une quantité de matière n_B mesuré en mole d'une espèce chimique B, la concentration en quantité de matière mesurée en mole par litre (mol/l), notée C_B ou $[B]$, est donnée par l'expression suivante : $[B] = C_B = \frac{n_B}{V}$

$[B]$ est appelée aussi concentration molaire ou molarité.

(b) Concentration massique

La concentration massique d'espèce chimique B en solution est la masse de l'espèce chimique donnée par litre de solution : $C_m = \frac{m}{V}$

- Relation entre $\mathbf{C_B}$ et $\mathbf{C_m}$

  $C_B = \frac{n}{V}$ or $n = \frac{m}{M}$ alors on aura $C_B = \frac{1}{M} \times \frac{m}{v} \Rightarrow \boxed{C_B = \frac{C_m}{M}}$

(c) Concentration commerciale

La concentration C_0 d'une solution commerciale est donnée par : $\mathbf{C_0} = \frac{\% \times \rho}{M}$

- % pourcentage massique de soluté
- M : masse molaire de la solution en g/mol
- $\rho = \frac{m}{V}$ ou $\rho = d \times \rho_{eau}$ masse volumique du soluté en g/l et $\rho_{eau} = 1000 g/l$

3. La dilution

La dilution est l'opération qui consiste a diminué la concentration d'une solution.

- Principe de la dilution : Un flacon contient un volume V_i d'une solution aqueuse de concentration initiale C_i

Pour diluer la solution, il suffit d'ajouter progressivement de l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un volume final égal à V_f.

La solution ainsi obtenue présente une concentration $C_f < C_i$

Dans la solution initiale, la quantité de matière de soluté : $n_i = C_i V_i$

Lors de l'addition, on ne modifie pas cette quantité : $n_i = n_f \Rightarrow \mathbf{C_i V_i = C_f V_f}$

4. Electroneutralité

La somme des molarités des cations est égale à la somme des molarités des anions, chaque molarité étant multipliée par valeur absolue de la charge de l'ion correspondant : $\sum q^{(-)}[\text{Cation}] = \sum q^{(+)}[\text{Anion}]$

$$[\mathbf{H_3O^+}] + n[\mathbf{A^{n+}}] = [\mathbf{OH^-}] + m[\mathbf{B^{m-}}]$$

Exemple : Pour une solution qui contient les ions H_3O^+ ; ${M_g}^{2+}$; SO_4^{2-} ; OH^- et Cl^-, la relation d'électroneurtalité s'écrira : $[H_3O^+] + 2[{M_g}^{2+}] = [OH^-] + 2[SO_4^{2-}] + [Cl^-]$

II. Le pH d'une solution aqueuse

1. Définition du pH

Le pH (potentiel d'hydrogène) est une grandeur qui indique le caractère acide ou basique (alcalin) d'une solution aqueuse. Il est compris entre 0 et 14

On définit le pH comme le cologarithme décimal de la concentration en ion hydronium (H_3O^+) : $pH = \log\left(\frac{C_0}{[H_3O^+]}\right)$ or $C_0 = 1 mol/l$ alors on aura : $pH = \text{colog}[H_3O^+] = \log\frac{1}{[H_3O^+]}$

Donc on aura $\boxed{\mathbf{pH = -\log[H_3O^+]}}$

Cette relation qui équivaut à $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ est valable pour $10^{-6} mol/l \leq [H_3O^+] \leq 10^{-1} mol/l$

<u>Exemple</u> : $[H_3O^+] = 1{,}6.10^{-3} mol/l$, $pH = -\log([H_3O^+]) \Rightarrow pH = 2{,}79$

<u>Remarque</u> : « log » est le symbole normalisé du logarithme à base 10 ou du logarithme décimal.

- ✓ $\log 10 = 1$; $\log 1 = 0$; $\log(a^n) = n \log a$
- ✓ $\log(a \times b) = \log a + \log b$; $\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$

2. Mesure du pH

On mesure le pH d'une solution à l'aide d'un papier pH (mesure imprécise), d'un pH-mètre (mesure précise) ou d'un indicateur coloré.

<u>NB</u> : La valeur du pH doit s'exprimer à 10^{-2} près.

<u>Indicateurs colorés</u>

Un indicateur coloré est une substance qui en solution aqueuse change de couleur pour un intervalle de pH appelé zone de virage.

<u>Zone de virage des principaux indicateurs colorés</u>

Principaux indicateurs colorés	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Bleu de thymol	Rouge	1,2 – 2,8	Jaune
Hélianthine	Rouge	3,1 - 4,4	Jaune
Rouge de méthyle	Rouge	4,3 – 6,2	Jaune
Bleu de Bromophenol	Jaune	3,0 - 4,6	Bleu
Vert de Bromocrésol	Jaune	3,8 - 5,4	Bleu
Bleu de Bromothymol	Jaune	6,1 – 7,6	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge
Phénolphtaléine	Incolore	8,2 – 9,8	Bleu
Jaune d'alizarine	Jaune	10 - 12	Rouge

3. <u>pH et concentration</u>

Soient deux solutions notés S_1 et S_2 tel que $[H_3O^+]_1 > [H_3O^+]_2 \Rightarrow \log[H_3O^+]_1 > \log[H_3O^+]_2$ car log est croissante. $\Rightarrow -\log[H_3O^+]_1 < -\log[H_3O^+]_2$ donc $pH(S_1) < pH(S_2)$

Le pH d'une solution est d'autant plus faible que sa concentration en ion H_3O^+ est élevée.

III. Ionisation de l'eau

1. pH de l'eau pure

Le pH de l'eau pure, à 25°C, est égal à 7.

L'eau pure, à 25°C, contient des ions H_3O^+ tels que : $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-7} mol/l$

2. Dissociation ionique de l'eau

La présence dans l'eau pure des ions H_3O^+ résulte de l'ionisation partielle de l'eau selon l'équation :

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons OH^- + H_3O^+$ ou $2H_2O \rightleftharpoons OH^- + H_3O^+$

Cette réaction est limitée et connue sous le nom de dissociation ionique de l'eau ou l'autoprotolyse de l'eau. L'électroneutralité de la solution entraine que la concentration : $[H_3O^+] = [OH^-]$

On donc à 25°C : $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} mol/l$

3. Produit ionique de l'eau et pOH

(a) Produit ionique de l'eau

Pour des solutions assez diluées, la constante d'autoprotolyse de l'eau est définie de la façon suivante :

$k_e = \frac{[H_3O^+]}{C_0} \times \frac{[OH^-]}{C_0}$ or $C_0 = 1 mol/l$ alors on aura donc : $k_e = [H_3O^+] \times [OH^-]$

- k_e : est appelé aussi la constante de dissociation ou constante d'autoprotolyse de l'eau.
- A 25°C : $k_e = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14} mol/l$
- On définit aussi la notation : $pk_e = -\log k_e$ ou $k_e = 10^{-pk_e}$

Température en °C	0°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	80°C	100°C
k_e	$1,1.10^{-15}$	3.10^{-15}	$6,9.10^{-15}$	10^{-14}	$1,48.10^{-14}$	$2,95.10^{-14}$	$2,5.10^{-13}$	55.10^{-14}
pk_e	14,96	14,53	14,16	14	13,83	13,53	12,60	12,26
pH	7,48	7,26	7,08	7	6,91	6,76	6,30	6,13

<u>NB</u> : k_e augmente avec la température. Une solution aqueuse peut contenir autre ion que H_3O^+ ou OH^-.
Les concentrations $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$ peuvent être différentes mais le produit de leurs concentrations est égal à k_e.

(b) Le pOH

On définit le pOH de manière équivalente au pH et les deux sont liées au k_e : $\mathbf{pOH = -\log([OH^-])}$

- On trouve : $\mathbf{pH + pOH = pke}$

IV. Acidité ou Basicité d'une solution

1. Acidité d'une solution

Une solution aqueuse est acide, si elle contient plus d'ions hydronium ou oxonium (H_3O^+) que d'ions hydroxyde ($[OH^-]$), c'est-à-dire : $[H_3O^+] > [OH^-] \Rightarrow \mathbf{pH < \frac{1}{2}pk_e}$

- A 25°C : $\mathbf{pH < 7}$
- A 10°C : $\mathbf{pH < 7{,}26}$

2. Basicité d'une solution

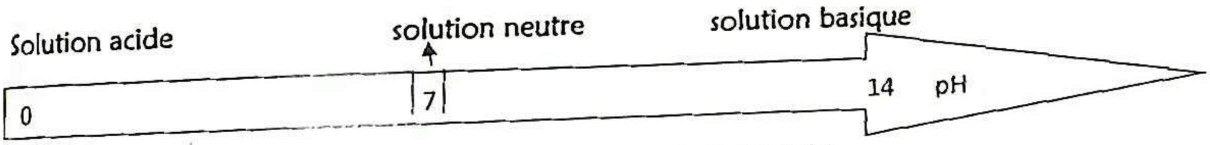
Une solution aqueuse est basique, si elle contient plus d'ions hydroxyde (OH^-) que d'ions oxonium (H_3O^+), c'est-à-dire : $[H_3O^+] < [OH^-] \Rightarrow \mathbf{pH > \frac{1}{2}pk_e}$

- A 25°C : $\mathbf{pH > 7}$
- A 10°C : $\mathbf{pH > 7{,}26}$

3. Solution neutre

Une solution aqueuse est neutre au sens acido-basique si elle contient autant d'ions hydroniums que d'ions hydroxydes.

- A 25°C : $\mathbf{pH = 7}$
- A 10°C : $\mathbf{pH = 7{,}26}$



$\mathbf{0 < pH < 7}$ $\mathbf{7 < pH < 14}$

<u>NB</u> :

- Plus une solution est acide, plus son pH est petit ;
- Plus une solution est basique, plus son pH est grand.

Exercices

Exercice 1

Calculer le pH d'une solution aqueuse contenant :

1. 100 fois plus d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- ;
2. 1000 fois plus d'ions OH^- que d'ions H_3O^+. On donne $k_e = 10^{-14}$

Exercice 2

Calculer à 25°C, le pourcentage de molécules d'eau participant à la réaction d'autoprotolyse de l'eau pure. Données : $M(H_2O) = 18g/mol$; $\mu(H_2O) = 1kg/l$

Exercice 3

1. On mélange un volume $v_1 = 200ml$, d'une solution de sulfate de sodium (Na_2SO_4) de concentration $C_1 = 0{,}1mol/l$ avec un volume $v_2 = 100ml$ d'une solution de sulfate de cuivre II ($CuSO_4$) de concentration $C_2 = 5.10^{-2}mol/l$. Déterminer la concentration des différents ions présents dans le mélange.
2. On mélange 7,95g d'une solution de sulfate de cuivre II ($CuSO_4$) et 7,245g d'une solution de sulfate de zinc ($ZnSO_4$) dans un volume de $v = 250cm^3$ d'eau pure.
   Faire l'inventaire des ions présents dans mélange et calculer leurs concentrations.
   On donne en g/mol : $M(Fe) = 55{,}8$; $M(N) = 14$; $M(O) = 16$; $M(Zn) = 65$; $M(S) = 32$ et $M(Na) = 23$

Exercice 4

1. A 0°C, le pH de l'eau pure est égal à 7,5. Préciser si elle est acide, neutre ou basique.
2. A 60°C le pH de l'eau pure est 6,5. Calculer les concentrations des ions oxonium et hydroxyde è cette température. Calculer le produit ionique de l'eau à cette température.
3. A 37°C le produit ionique de l'eau est égal à $2{,}4.10^{-14}$. Le pH du sang chez l'être humain est égal à 7,38 à cette température. Le sang est-il une solution acide, neutre ou basique ?
4. A 50°C le produit ionique de l'eau est $5{,}6.10^{-14}$. Trouver à cette température le pH de l'eau pure.

Exercice 5

1. Une solution S est telle que $[H_3O^+] = 2{,}5.10^{-8}[OH^-]$ à 25°C.
   a. Calculer les concentrations en ions H_3O^+ et OH^-.
   b. Que vaut le pH de la solution S ?
   c. Quelle est la nature de cette solution ?
2. A 37°C, le produit ionique de l'eau est $Ke=2{,}4.10^{-14}$. le pH du sang chez l'être humain est égal à 7,38.
   A cette température, le sang est-il acide, neutre ou basique ?
3. Quel est le pH de l'eau pure à 37°C ?
4. Comment évolue le produit ionique de l'eau avec la température ?

Bac D, Tchad 2012

Exercice 6

Il existe au laboratoire une bouteille d'acide chlorhydrique portant une étiquette sur laquelle est écrit :

- Acide chlorhydrique commercial ;
- Masse volumique $\rho = 1\,190$ kg.m^{-3} ;
- Pourcentage en masse d'acide pur : 37 % ;
- Masse molaire moléculaire du chlorure d'hydrogène :
  $M(HCl) = 36{,}5$g.mol^{-1}.

a) A partir de ces données, calculer la concentration de la solution commerciale.

b) On prélève 1,0 ml de cette solution et on complète à 500 ml avec de l'eau distillée.
Quelle est la concentration de la solution obtenue ?

c) Le pH de la solution diluée est égal à 1,6. Calculer la concentration et la quantité de matière des ions H_3O^+ et OH^-.

Exercice 7

1) Quel est le pH correspondant à la neutralité à cette température ?
2) Sachant que la salive a un pH=6,85 à 37°C, préciser si elle est acide ou basique.
3) Quel est le pH à 37°C d'une solution aqueuse dont la concentration $[OH^-]=10^{-5}mol.l^{-1}$?
4) Quel est le pH d'une solution de chlorure de sodium à 37°C ?
5) Une solution S telle que $[OH^-]=100[H_3O^+]$ est-elle acide, neutre ou basique à 37°C ? quel est son pH ?

Exercice 13

On dispose d'une solution de nitrate de potassium KNO_3 a 0,5mol/l, d'une solution de nitrate de calcium $Ca(NO_3)_2$ a 0,8mol/l, d'une solution de chlorure de potassium a 1mol/l et de chlorure de magnésium cristallisé de formule : $Mg\,Cl_2, 6H_2O$. On souhaite préparer un litre de solution contenant les ions Mg^{2+} ; NO_3^- et Cl^- tels que : $[Mg^{2+}]=0,2mol/l$; $[NO_3^-]=0,25mol.l^{-1}$; $[Ca^{2+}]=0,1mol.l^{-1}$;$[K^+]=0,25mol.l^{-1}$

1) Déterminer les volumes des solutions et la masse du solide à mélanger pour préparer cette solution, que l'on complète à un litre avec l'eau distillée.
2) Calculer directement la concentration de Cl^-.
3) Vérifier l'électro neutralité de la solution.

Exercice 14

1) On mélange un volume $V_1=200cm^3$ d'une solution de dichlorure de calcium $CaCl_2$ de concentration $C_1=0,01mol.l^{-1}$ et d'un volume $V_2=300cm^3$ d'une solution de NaCl de concentration $C_2=0,1mol.l^{-1}$.
   Calculer la concentration molaire des ions Na^+ ; Cl^-; Ca^{2+} contenus dans le mélange.
2) Quel volume V'_2 d'une solution de chlorure de sodium de concentration molaire $C_2=0,1mol.l^{-1}$ faut-il verser dans $V'_1=100cm^3$ d'une solution de dichlorure de calcium de concentration $C_1=10^{-2}mol.l^{-1}$ que la concentration des ions Cl^- dans le mélange soit de $5.10^{-2}mol.l^{-1}$?

Exercice 15

Soit une solution commerciale A_o d'acide sulfurique H_2SO_4 de densité par rapport à l'eau 1,815 et contenant 90% en masse d'acide pur de H_2SO_4.

1. Calculer la concentration maire de la solution commerciale de l'acide sulfurique.
2. On prépare un litre de solution A_1 de H_2SO_4 en prélevant 10ml de la solution A_o.
   Quelle est la concentration de la solution A_1 obtenue ?

Exercice 16

Le produit ionique de l'eau pure k_e à 70°C est égal à $1,58.10^{-13}$

1. Quel est le pH de l'eau pure à cette température ?
2. Calculer le pourcentage de molécules d'eau dissociées à cette température sachant que la masse volumique de l'eau, à 70°C est égal à $1kg.dm^3$.
3. A la température de 70°C, une solution aqueuse a un pH de 7. Est-elle-acide, basique ou neutre ? Pourquoi ?
4. Quel est le pH, à 70°C, d'une solution aqueuse dont la concentration $[OH^-]$ est égale à $10^{-5}mol.l^{-1}$?
5. Quelle devrait être, toujours à 70°C, la concentration $[OH^-]$ d'une solution aqueuse dont le pH serait égal à 5 ?
6. Déterminer le produit ionique de l'eau pure à 0°C sachant que son pH est égal à 7,47.
7. Comment varie Ke avec la température ?
8. Comment expliquer concrètement cette variation ?

Exercice 17

Une solution commerciale d'hydroxyde de sodium a une densité d=1,38 et titre 35% d'hydroxyde de sodium en masse.

1) Quelle est la concentration de cette solution commerciale ?
2) Quel volume v1 de cette solution faut-il diluer pour obtenir 1l de solution de pH=12,5 ?
3) On verse 5,0ml de la solution commerciale dans 1l d'eau. Quel est le pH de la solution obtenue ?

Exercice 18

Dans une fiole jaugée de 250ml, on met :

- 25 ml de solution de NaCl à 0,8 $mol.l^{-1}$;

On prépare une solution A de permanganate de potassium KM_nO_4 en dissolvant une masse de 3g de ce corps dans un volume $V=500cm^3$ de solution.

1. Quelle est la concentration des ions permanganate dans cette solution ?
2. On verse le volume $V_1=10cm^3$ de cette solution A dans un bécher et on ajoute un volume $V_2=50cm^3$ d'eau distillée et on ajoute un volume $V_3=5cm^3$ d'acide sulfurique. Quel est la concentration C' des ions permanganate contenue dans le bécher.

Données : $M(K)=39,1g.mol^{-1}$; $M(M_n)= 54,9g.mol^{-1}$

Bac C/E, Tchad 2008

Exercice 8

L'hydroxyde de calcium se dissocie totalement dans l'eau. A 25°C, sa concentration massique est de $1,33g.l^{-1}$.

1) Ecrire l'équation de dissolution de $Ca(OH)_2$ dans l'eau.
2) En déduire la concentration molaire des ions calcium et des ions hydroxyde.
3) Déterminer le pH de la solution obtenue à 25°C
4) Vérifier l'électroneutralité de cette solution.

Exercice 9

En solution aqueuse, l'acide nitrique HNO_3 est totalement dissocié en ions hydronium H_3O^+ et en ion nitrate NO_3^-. Dans une fiole jaugée de 250ml, on introduit successivement $V_1=40ml$ de solution d'acide chlorhydrique à $C_1=0,3mol.l^{-1}$; $V_2 = 25ml$ de solution d'acide nitrique à $C_2=0,40mol.l^{-1}$; $m(CaCl_2) = 1g$ de chlorure de calcium solide et $m\ (Ca(NO_3))_2 = 2g$ de nitrate de calcium solide et l'on complète à 250 ml avec l'eau distillée. La température finale de la solution est de 25°C.

1. Déterminer la quantité de matière de chacun des ions introduit dans cette solution sachant qu'aucune réaction chimique n'a lieu entre eux.
2. En déduire leur concentration.
3. Déterminer la concentration des ions hydroxyde et vérifier que les concentrations trouvées sont en accord avec l'équation d'électro neutralité.

Exercice 10

On donne $Ke = 2,5.10^{-13}$ à 80°C

1) Une solution aqueuse a, à cette température, un pH égal à 6,5 ; est-elle acide ou basique ?
2) 200ml d'une solution aqueuse contiennent 10^{-4}mol d'ions HO^-. Quel est son pH à 80°C ?
3) Le pH d'une solution aqueuse est 4,7 à 80°C. En déduire la concentration $[HO^-]$.

Exercice 11

Compléter le tableau suivant : (à 25°C)

$[H_3O^+]$ ($mol.l^{-1}$)	$[HO^-]$ ($mol.l^{-1}$)	pH	Nature de la solution
		9,4	
	$4,5.10^{-2}$		
		2,6	
$6,2.10^{-9}$			
	$1,8.10^{-2}$		
		7.6	
$8,6.10^{-6}$			
		11,5	

Exercice 12

A 37°C, le produit ionique de l'eau est $Ke=2,4.10^{-14}$.

- 50 ml de solution de $CaBr_2$ à 0,5 mol.l^{-1} ;
- 3.10^{-2} mol de chlorure de calcium ;
- 10,3 g de bromure de sodium solide.

On complète à 250 ml avec de l'eau distillée.

1) Déterminer la quantité de matière et la concentration de chaque ion.
2) Vérifier que la solution est électriquement neutre. On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions présents.

Exercice 19

On dissout 6,44g de sulfate de sodium décahydraté (Na_2SO_4. $10H_2O$) dans de l'eau distillée. Le volume final de la solution est V=100ml.

a) Ecrire l'équation-bilan de la dissolution du sulfate de sodium décahydraté.
b) Calculer la concentration molaire C de la solution et en déduire sa concentration massique Cm.
c) Calculer les concentrations molaires des ions sodium et des ions sulfate en solution.

Exercice 20

On dissout 0,2 g d'hydroxyde de sodium dans de l'eau pure de façon à obtenir 1l de solution.

a) Ecrire l'équation-bilan de la dissolution du solide dans l'eau.
b) Décrire deux expériences prouvant la nature des ions présents dans la solution obtenue.
c) Calculer le pH de la solution.
d) Quel volume d'eau faut-il ajouter à 20ml de la solution précédente pour obtenir une solution de pH égal à 11 ?

Exercice 21

L'étiquette de la bouteille d'une eau minérale naturelle donne la composition de ce breuvage dont les propriétés curatives sont dues à la présence de certains ions en solution. Le tableau suivant indique les valeurs approchées des concentrations des espèces majoritaires.

Espèce	Ca^{++}	Cl^-	Na^+	K^+	Mg^{++}	SO_4^{--}	HCO_3^-	NO_3^-
Cm en mg/l	54	115	70	15	19	9,5	260	0
10^3C en mol/l	1,35	3,24	3,05	0,38	0,78	0,10		

1) Compléter ce tableau en calculant la molarité de la solution en ions hydrogénocarbonate et nitrate.
2) Vérifier la neutralité électrique de la solution en négligeant les quantités d'ions apportées par l'autoprotolyse de l'eau.
3) Calculer le pH de cette eau minérale sachant que l'équation d'électroneutralité tenant compte de tous les ions présents dans la solution conduit à la relation : $[H_3O^+] + 7{,}6999.10^{-3} = [OH^-] + 7{,}7000.10^{-3}$ dans laquelle les concentrations sont exprimées en mole par litre.

Exercice 22

Une solution S_0 d'acide chlorhydrique a un pH=2,3. A l'aide de cette solution, on souhaite préparer V_1=1000ml de solution S_1 ayant un pH égal à 3,0.

1) Décrire les diverses étapes de cette préparation ; dessiner la verrerie utilisée.
2) On dispose d'une solution S_0' d'hydroxyde de sodium de concentration $C_0=5{,}0.10^{-2}$mol/l. on prépare par dilution 100,0ml d'une solution S_1' en diluant vingt fois S_0'.
   a) Décrire les diverses étapes de la préparation de S_1'. Dessiner le matériel utilisé.
   b) Déterminer à 25°C, les pH de S_0' et S_1'.

Chapitre 2 : ACIDE FORT-BASE FORTE

REACTION ACIDE FORT-BASE FORTE

L'essentiel du cours

I. Solution d'acide fort

1. Un acide fort : acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène qui colore en jaune le bleu de bromothymol : **il est acide.**
La dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau est une réaction totale : HCl s'ionise totalement dans l'eau en donnant, entre autres, des ions hydronium (H_3O^+).
$\mathbf{HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-}$

2. Généralisation

Un acide fort est une espèce chimique qui s'ionise totalement dans l'eau pour donner, entre autres, des ions hydroniums (H_3O^+) : $\mathbf{AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+}$

<u>Exemple</u> :

$$HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$$
$$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

3. pH d'une solution d'acide fort

(a) Définition

Soit une solution d'acide fort AH de concentration C_a, exprimé en mol/l, on a : $AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$
On a : $pH = -\log[H_3O^+]$, or d'après l'équation d'ionisation, $[H_3O^+] = C_a \Rightarrow \mathbf{pH = -\log C_a}$
Cette réaction est valable dans le domaine de concentration suivant : $10^{-6} mol/l \leq C_a \leq 10^{-2} mol/l$

Remarque : Pour un diacide tel que l'acide sulfurique (H_2SO_4) de concentration C_a, on a :
$H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$
D'après l'équation bilan : $[H_3O^+] = 2C_a \Rightarrow \mathbf{pH = -\log(2C_a)}$

(b) Dilution d'un acide fort

Soit une solution S_1 d'acide fort de volume v_1, de concentration C_1 et de $pH = pH_1$
Diluons n fois la solution S_1 : on obtient une solution fille S_2 de volume $v_2 = nv_1$, n étant le facteur de dilution.
Au cours d'une dilution, le nombre de mole se conserve : $n_1 = n_2 \Rightarrow C_1v_1 = C_2v_2$, alors on aura : $\mathbf{C_2} = \frac{C_1}{n}$ et $\boxed{\mathbf{pH_2 = pH_1 + \log n}}$

<u>Conclusion</u> : Lorsqu'on dilue n fois une solution d'acide fort AH de concentration C_a (telle que $\frac{C_a}{n} \geq 10^{-6} mol/l$), la concentration des ions H_3O^+ et A^- est divisé par n et le pH augmente de $\log n$

II. Solution de base forte

1. Une base forte : hydroxyde de sodium ($NaOH$)

La dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau est une réaction totale. L'équation bilan de la réaction s'écrit : $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
La solution obtenue, appelé soude fait virer au bleu le bleu de bromothymol : **elle est basique.**
La dissolution est totale, on dit que l'hydroxyde de sodium est une base forte.

2. Généralisation

Une base forte est une espèce chimique qui se dissocie totalement dans l'eau pour donner, entre autres, des ions hydroxydes (OH^-) : $\mathbf{BOH \rightarrow B^+ + OH^-}$
<u>Exemple</u> : $KOH \rightarrow K^+ + OH^-$

Exercices

Exercice 1

A 25°C, on dissout dans $5l$ d'eau, $1,5l$ d'acide chlorhydrique.

1. Déterminer la quantité d'acide chlorhydrique mise en solution.
2. En déduire la concentration et le pH de la solution.
3. On ajoute $10l$ d'eau à la solution ci-dessus.
   Calculer le nouveau pH de la solution. On donne : $v_m = 24,5l/mol$

Exercice 2

1. On mélange, un volume $v_1 = 100ml$ d'une solution d'acide chlorhydrique de pH = 2,7 et un volume $v_2 = 300ml$ d'une solution d'acide bromhydrique de pH = 4. Quel est le pH de la solution finale ?
2. On mélange un volume $v_3 = 50ml$ d'une solution d'acide iodhydrique de pH inconnu et un volume $v_4 = 150ml$ d'une solution d'acide chlorhydrique de pH = 4,5. Le pH de la solution ainsi obtenue est de 3,2. Quel est le pH inconnu ?

Exercice 3

On considère, à 25°C, une solution aqueuse d'acide nitrique, de volume $v = 50ml$ et de concentration $C = 6,3.10^{-4}mol/l$. Le pH est 3,2

1. Montrer que l'acide nitrique est un acide fort. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution.
2. On prélève $v_1 = 20ml$ de cette solution et on complète avec de l'eau pure pour obtenir un volume final $v_2 = 100ml$. Préciser la verrerie nécessaire.
3. Calculer le pH de la solution finale.

Exercice 4

On mélange $200ml$ d'une solution S_1 d'hydroxyde de sodium de pH = 10,7 avec $300ml$ d'une solution S_2 d'hydroxyde de sodium de pH inconnu. On obtient une solution dont le pH est égal à 11,3.

1. Déterminer le pH de la solution S_2.
2. On mélange $400ml$ de la solution S_1 avec $100ml$ d'une solution S_3 d'hydroxyde de sodium de pH égal à 12,3. Déterminer le pH de la solution obtenue

Exercice 5

1. On dispose d'une solution S_1 d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 5.10^{-3}mol/l$ et d'une solution S_2 d'hydroxyde de potassium de concentration $C_2 = 10^{-3}mol/l$
   Calculer le pH respectif de chacune de ces solutions.
2. On mélange un volume $v_1 = 50ml$ de la solution S_1 avec un volume $v_2 = 50ml$ de la solution S_2.
   (a) Quel est le pH de la solution S obtenue ?
   (b) Calculer la concentration de toutes les espèces chimiques dans le mélange.

Exercice 6 **Les questions sont indépendantes**

1. Quel est le pH d'un mélange obtenu en ajoutant $8,2cm^3$ de solution décimolaire de soude à $20cm^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $5.10^{-2}mol/l$?
2. Quel volume d'une solution décimolaire d'hydroxyde de sodium doit-on ajouter à $100cm^3$ d'une solution centimolaire d'acide chlorhydrique pour obtenir un mélange de pH = 11 ?

Exercice 7

On mélange un volume $v_A = 50ml$ d'acide bromhydrique ($H_3O^+ + Br^-$), de pH = 2,3 et de volume $v_B = 50ml$ de solution d'hydroxyde de sodium de pH inconnu.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction ayant lieu.
2. Quel devrait être le pH de la solution de soude pour que le pH du mélange soit égal à 7 ?
3. On suppose cette condition (pH = 7) réalisée. On ajoute $v' = 5ml$ de la solution d'hydroxyde de sodium au mélange précédent, quel sera le pH final ?

pH d'une solution de base forte

(a) Définition

Soit une solution de base forte B de concentration C_b, on a : $B + H_2O \rightarrow BH^+ + OH^-$
D'après l'équation de la réaction : $[B] = [OH^-] = C_b$ et $[OH^-].[H_3O^+] = ke$
$pH = -\log[H_3O^+]$ alors on aura $\boxed{pH = pKe + \log(C_b)}$

Remarque : Pour une dibase forte telle que le dihydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$ de concentration C_b, on a : $Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$. D'après l'équation bilan de la réaction : $[OH^-] = 2C_b$ donc on aura : $\boxed{pH = pKe + \log(2C_b)}$

(b) Dilution d'une base forte

Soit une solution S_1 de base forte, de volume v_1, de concentration C_1 et de $pH = pH_1$.
Diluons n fois cette solution S_1 : on obtient une solution fille S_2 de volume $v_2 = nv_1$, n étant le facteur de dilution.
Au cours d'une dilution, le nombre de moles se conserve : $n_1 = n_2 \Rightarrow C_1v_1 = C_2v_2$, alors on aura : $C_2 = \frac{C_1}{n}$ et $\boxed{pH_2 = pH_1 - \log n}$

<u>Conclusion</u> : Lorsqu'on dilue n fois de solution de base forte de concentration C_b, la concentration des ions hydroxydes est divisé par n et le pH diminue de $\log n$.

III. Réaction entre un acide fort et une base forte

1. Equation de la réaction

Un acide fort et une base forte réagissent par une réaction chimique rapide et exothermique. L'équation de la réaction qui se produit est : $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

2. Point d'équivalence

Il y a équivalence lorsque les réactifs sont mélangés dans les proportions stœchiométriques.
A l'équivalence : $n_{OH^-\ ajouté\ à\ l'équivalence} = n_{H_3O^+\ initialement\ produit} \Rightarrow \mathbf{C_aV_a = C_bV_{bE}}$
$\mathbf{V_{bE}}$: est le volume de base versé à l'équivalence.
A l'équivalence, la solution est neutre et son pH vaut 7 à 25°C.

3. Dosage

- Doser une solution d'acide fort revient à doser les ions H_3O^+ qu'elle contient ;
- Doser une solution de base forte revient à doser les ions OH^- qu'elle contient ;

Lors d'un dosage d'un acide fort de concentration C_a et de volume v_a, par une base forte de concentration C_b, le pH augmente et tend vers le pH de la solution basique.

- A l'équivalence, l'acide est majoritaire, le pH du mélange est :
  $pH = -\log[H_3O^+]$ et $[H_3O^+] = \frac{\Delta n}{v_T} = \frac{n_A - n_B}{v_A + v_B}$
- A l'équivalence, la base est majoritaire, le pH du mélange est :
  $pH = pk_e + \log[OH^-]$ et $[OH^-] = \frac{\Delta n}{v_T} = \frac{n_B - n_A}{v_A + v_B}$;
- Lors d'un dosage d'une base forte par un acide fort, le pH diminue et tend vers le pH de la solution d'acide.

<u>Méthode de résolution</u>

1. Ecrire l'équation de la réaction de l'espèce chimique ;
2. Ecrire l'équation d'autoprotolyse de l'eau ;
3. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes ;
4. Utiliser la valeur du pH pour calculer la concentration en ions H_3O^+ et produit ionique pour celle des ions OH^- ;
5. Ecrire l'équation d'électroneutralité ;
6. Ecrire l'équation de conservation de la matière.

Exercice 8

On mélange un volume $V_1 = 30cm^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration $C_1 = 10^{-2}mol/l$ et un volume V_2 de solution de base (N_aOH) de concentration $C_2 = 1{,}5.10^{-2}mol/l$

1. Pour une valeur de V_2, le pH vaut 2.5.
   (a) Calculer la concentration des différentes espèces présentes en solution ; exprimer la concentration des ions N_a^+ et Cl^- en fonction de V_2.
   (b) Ecrire l'équation d'électro-neutralité, en déduire V_2, calculer numériquement les concentrations des ions N_a^+ et Cl^-
2. Quel volume de solution de N_aOH faut-il ajouter dans la solution précédente pour atteindre l'équivalence acido-basique ? Quel est la valeur de son pH ?

D'après Bac Série D du Tchad 2019

Exercice 9

On dose, à l'aide d'une solution d'acide sulfurique à $C_a = 5{,}0.10^{-2}mol/l$, un volume $v_b = 10ml$ d'une solution S obtenue en diluant 100 fois le liquide contenu dans un flacon utilisé pour déboucher les éviers.

1. Sachant que ce liquide est une solution concentrée S_0 d'hydroxyde de sodium, déterminer sa concentration molaire C_0 sachant que l'équivalence est obtenue pour $v_{aE} = 11{,}8ml$.
2. En déduire la concentration massique t_0 de la solution commerciale.

Exercice 10

On dispose de deux solutions d'acide forts : l'une S_1 d'acide chlorhydrique HCl de pH=2,2 et de concentration C_1, l'autre S_2 d'acide sulfurique de pH=3,4 de concentration C_2.

(a) Calculer les concentrations C_1 et C_2 de S_1 et S_2.
(b) Le mélange d'un volume V_1 de S_1 avec un volume V_2 de S_2 conduit à une solution S de volume $V = 500cm^3$ et pH = 3. Faire l'inventaire des espèces présentes en solution et calculer V_1 et V_2.

Exercice 11

1. Une solution S_A d'acide nitrique a un pH = 5,9. L'acide nitrique est un acide fort.
   (a) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans les solutions puis calculer leurs concentrations molaires.
   (b) On prélève $10cm^3$ de cette solution S_A et on y ajoute $90cm^3$ d'eau. Calculer la nouvelle valeur du pH.
2. On prélève une solution S_B en dissolvant une masse m d'hydroxyde de calcium ($C_a(OH)_2$) dans $500cm^3$ d'eau pure.
   (a) La concentration de la solution S_B ainsi préparée est $C_B = 4.10^{-6}mol/l$. Calculer la masse d'hydroxyde de calcium utilisée pour préparer S_B.
   (b) Quels volumes V_A de S_A et V_B de S_B faut-il utiliser pour préparer une solution de volume totale $V_T = 120cm^3$ et de pH = 7 ?

Exercice 12

On dissout m=0,235g d'acide perchlorique $HClO_4$ dans un volume V=2l d'eau. Le pH de la solution est égal à 2, 9.

1. Montrer que l'acide perchlorique est un acide fort.
2. Ecrire l'équation bilan de dissolution de $HClO_4$ dans l'eau.
3. Que volume d'eau distillée faut-il ajouter à 40ml d'une solution d'acide perchlorique de pH=1,7 pour obtenir une solution de pH=2,4.

Exercice 13

1. Dans $500cm^3$ d'eau, on dissout un volume V de chlorure d'hydrogène dans les conditions normales de températures et de pression. On obtient une solution S_a d'acide chlorhydrique de pH=2.
   a. Calculer la concentration molaire C_a de la solution S_a
   b. Calculer le volume V de chlorure d'hydrogène dissout.
2. Une solution S_b d'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$ est obtenue en dissolvant 0,292g d'hydroxyde de magnésium dans 2 litres d'eau.
   a. Calculer la concentration molaire C_b de la solution S_b
   b. En déduire le pH de la solution S_b.

On mélange un volume $Va' = 20cm^3$ de la solution S_a avec un volume $Vb' = 80cm^3$ de S_b.

a. La solution est-elle acide, basique ou neutre ?

b. Quel est son pH ?

Exercice 14

On dispose d'une solution S_1 de chlorure de baryum de volume $V_1 = 500cm^3$ contenant $m_1(g)$ de chlorure de baryum. On donne en g/mol : Ba= 137,7 ; Cl=35,5.

a) Calculer m_1 sachant $[Cl^-] = 5.10^{-2}mol/l$.

b) En déduire la concentration molaire C_1 de la solution S_1.

2. On mélange $100cm^3$ de S_1 avec un volume V_2 d'une solution S_2 de chlorure d'hydrogène de concentration molaire $C_2 = 10^{-2}mol/l$.

a) Ecrire l'équation bilan liée à la mise en solution du chlorure d'hydrogène.

b) Quelles sont les espèces chimiques présentes dans le mélange (nature et nom) ?

c) Sachant que la concentration en ion baryum est $1,25.10^{-2}mol/l$ dans le mélange, déterminer le volume V_2 utilisé.

d) Calculer la concentration molaire des espèces chimiques, excepté les ions hydroniums et hydroxyde.

Exercice 15

On dissout $11,2cm^3$ de chlorure d'hydrogène pris dans les conditions normales dans 500ml d'eau pure. Le pH de la solution obtenue est égal à 3. Le volume molaire normal est $22,4l.mol^{-1}$.

1) Montrer que la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau est totale puis, calculer les molarités des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

2) Avec quel volume d'eau faut-il diluer cette solution pour que le pH obtenu soit égal à 5 ?

3) On prépare une solution de soude en introduisant 2g d'hydroxyde de sodium dans 0,5l d'eau pure. On néglige la variation de volume. On prélève 10ml de cette solution que l'on dose avec une solution d'acide chlorhydrique non diluée étudiée plus haut. Calculer le volume équivalent.

Exercice 16

Toutes les solutions sont à 25°C.

1) Une solution aqueuse peut être caractérisée par le rapport : $x = \frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$

a. Exprimer x en fonction du pH de la solution et de la constante pKe de l'eau.

b. Donner les valeurs limites de x sachant que le pH est compris entre 1 et 13.

c. Le pH d'une solution So d'acide chlorhydrique est égal à 3,7.
Calculer la valeur de x pour cette solution et sa concentration Co.

2) Le dihydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ est une dibase forte.

a. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans une solution aqueuse S1 de dihydroxyde de calcium sachant que pour cette solution $x = 10^{-10}$

b. Calculer la concentration molaire C1 de S1 et la masse de dihydroxyde de calcium à dissoudre pour obtenir 1,5/de la solution S1.

3) On dilue 1000 fois la solution So et on obtient une solution S2. Calculer :

a. La concentration C2 de S2.

b. Les concentrations des espèces chimiques présentes dans S2.

c. Le pH de S2.

Bac C, 2ème Session Tchad 2018

Exercice 17

On dispose d'un volume $V_1 = 500ml$ d'acide bromhydrique de concentration $C_1 = 0,81g/l$, le pH de la solution est égal à 2.

a. Montrer que l'acide bromhydrique est un acide fort.

b. On dissout un volume V_2 de chlorure d'hydrogène dans la solution précédente. Le pH de la solution S' obtenue est égal à 1,4. Déduire de cette mesure, les concentrations des espèces présentes dans la solution S' et le volume de gaz chlorhydrique dissous.

c. Quelle masse d'hydroxyde de calcium (solide) faut-il ajouter (sans variation de volume) dans la solution S' pour que le pH prenne la valeur 7 ?

Exercice 18

On dissout du chlorure d'hydrogène dans de l'eau pure de façon à obtenir un volume $V_1=200cm^3$ d'une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration C_1. Son pH est égal à 1,5.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors de la dissolution du chlorure d'hydrogène.

b) Déterminer le volume V_{HCl} de chlorure d'hydrogène gazeux nécessaire ainsi que la concentration C_1 de la solution S_1.

2) On mélange $V_1'=10{,}0cm^3$ de la solution S_1 et $V_2'=5{,}0cm^3$ d'une solution S_2 d'acide nitrique de concentration $C_2=1{,}0.10^{-2}mol.l^{-1}$. On obtient une solution S_3 de volume $15{,}0cm^3$. Sachant que l'acide nitrique est totalement ionisé en solution aqueuse et que le fait de mélanger les deux acides ne modifie pas leurs propriétés, déterminer la concentration en ions hydronium dans la solution S_3. En déduire son pH.

Exercice 19

a) On dispose une solution 1 d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1= 5.10^{-3}mol.l^{-1}$ et d'une solution 2 d'hydroxyde de potassium de concentration $C_2=10^{-3}mol.l^{-1}$. Calculer le pH respectif de chacune de ces solutions.

b) On mélange un volume $V_1= 10ml$ de la solution 1 avec un volume $V_2= 50ml$ de la solution 2. Quel est le pH de la solution obtenue ?

c) Calculer la concentration de toutes les espèces chimiques dans le mélange.

Exercice 20

A. Une solution S_a d'acide nitrique a un pH=5,9. L'acide nitrique est un acide fort.

3. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans les solutions puis calculer leurs concentrations molaires.
4. On prélève $10cm^3$ de cette solution S_a et on y ajoute $90cm^3$ d'eau. Calculer la nouvelle valeur du pH.

B. On prélève une solution S_b en dissolvant une masse m d'hydroxyde de calcium dans $500cm^3$ d'eau pure.

1. La concentration de la solution S_b ainsi préparée est $C_b=4.10^{-6}mol.l^{-1}$. Calculer la masse d'hydroxyde de calcium utilisée pour préparer S_b.
2. Quels volumes V_a de S_a et V_b de S_b faut-il utiliser pour préparer une solution de volume totale $V_T=120cm^3$ et de pH=7 ?

Exercice 21

a) Une solution aqueuse S contient un mélange d'acide chlorhydrique (C_1 $mol.l^{-1}$) et nitrique (C_2 $mol.l^{-1}$). Ecrire les équations-bilan des réactions du chlorure d'hydrogène et de l'acide nitrique avec l'eau. Que peut-on dire de ces réactions ?

b) On verse, dans 100ml de S, une solution aqueuse de nitrate d'argent utilisée en excès. On obtient un précipité blanc de masse $m_1= 717$ mg.

- Ecrire l'équation- bilan de la réaction de précipitation.
- En déduire la valeur de la concentration C_1 de l'acide chlorhydrique.

c) La solution S a un pH de 1,1.

d) En déduire la concentration des ions H_3O^+ ainsi que la valeur de la concentration C_2.

Masses atomiques molaires en g.mol⁻¹ : M(Cl)= 35.5 Et M(Ag)= 108.

Exercice 22

Une solution d'acide bromhydrique, de volume 2l, a un pH égal à 2,1.

a) Sachant que l'acide bromhydrique est un acide fort, en déduire la concentration C de la solution.

b) Quel volume V de chlorure d'hydrogène faut-il dissoudre dans la solution précédente pour que son pH devienne égal à 1,4 ? Volume molaire dans les conditions de l'expérience : $25l.mol^{-1}$.

c) Calculer, au terme de la dissolution, les concentrations de tous les ions présents.

d) Vérifier l'électro neutralité de la solution.

Exercice 23

On dispose de deux solutions d'acide forts : l'une S_1 d'acide chlorhydrique HCl de pH=2,2 et de concentration C_1, l'autre S_2 d'acide sulfurique de pH=3,4 de concentration C_2.

1. Calculer les concentrations C_1 et C_2 de S_1 et S_2.
2. Le mélange d'un volume V_1 de S_1 avec un volume V_2 de S_2 conduit à une solution S de volume $V=500cm^3$ et pH=3. Faire l'inventaire des espèces présentes en solution et calculer V_1 et V_2.

Exercice 24

L'acide sulfurique peut être considéré, en première approximation comme un diacide fort. On dispose d'une solution commerciale d'acide sulfurique de densité (par rapport à l'eau) d=1,815 et contenant 9[illegible]% d'acide pur (% en masse).

1) On souhaite préparer 1/d'une solution A d'acide sulfurique à $1mol.l^{-1}$. Quel volume commercial utiliser pour cela ?
2) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide sulfurique avec l'eau.
3) La solution précédemment obtenue sert à préparer deux solutions plus diluées : 500ml d'une solution B de $pH_1=1,5$, et 250ml d'une solution C de $pH_2=1$. Quels volumes de A utilisé pour cela ?
4) On mélange B et C. Quel est le pH de la solution obtenue ?

Exercice 25

1. Dans de l'eau pure on dissout de l'acide nitrique, puis on ajoute de l'eau de sorte que le volume final soit de $200cm^3$. Le pH de la solution S_1 ainsi obtenu est 1,5. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lors de la dissolution. Déterminer la masse d'acide nitrique que l'on a dissous pour obtenir cette solution.
2. On mélange les solutions aqueuses suivantes dans les proportions indiquées :
   - $10cm^3$ de solution S_1 ;
   - $5cm^3$ d'acide chlorhydrique à $2.10^{-1}mol.l^{-1}$;
   - $25cm^3$ d'hydroxyde de sodium à $2.10^{-2}mol.l^{-1}$. On obtient une solution S_2.

   a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lors du mélange.
   b) Calculer et comparer la quantité de matière d'ions hydronium apportés par les deux solutions acides et la quantité de matière d'ions hydroxyde apportés par la solution basique, lors du mélange. En déduire la concentration des ions hydronium dans la solution S_2. Cette solution est-elle acide ou basique ?
   c) Quels sont les ions présents dans la solution S_2 ? calculer leurs concentrations.

Exercice 26

On mélange un volume $V_1=30,0cm^3$ d'acide chlorhydrique de concentration $C_1=1,00.10^{-2}mol.l^{-1}$ et un volume V_2 d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2=1,50.10^{-2}mol.l^{-1}$. La solution obtenue a un pH très inférieur à 7.

1) Exprimer les concentrations des différentes espèces chimiques en solution en fonction de V_2.
2) Déterminer le volume V_2 lorsque pH=2,5.
3) Quel est le volume V_3 de la solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour obtenir l'équivalence ? quel est alors le pH de la solution ?

Exercice 27

Dans l'exercice, es deux parties A et B sont indépendantes.

1. On mélange 20,0ml d'une solution de potasse à $1,0.10^{-2}mol.l^{-1}$ et 5,0ml d'une solution A d'acide chlorhydrique de concentration C inconnue ; le pH du mélange est égal à 11,0
   a. Déterminer les concentrations, dans le mélange, de H_3O^+, K^+ et OH^-, puis celle de Cl^-.
   b. En déduire la valeur de C et le pH de la solution A.
   c. Quel volume de solution A faut-il ajouter aux 5,0ml déjà versés pour atteindre l'équivalence ?
2. Par analogie avec le pH d'une solution, on peut aussi définir le pOH d'une solution.
   a. Définissez le pOH d'une solution.
   b. Déterminer le pOH d'une solution telle que $[OH^-]=3,2.10^{-2}mol.l^{-1}$.
   c. Trouver une relation liant pH, pOH et pK_e.
   d. Quel serait, à 25°, le pOH d'une solution dans laquelle $[H_3O^+]=1,0.10^{-3}mol.l^{-1}$?

Exercice 28

Deux solutions S_1 et S_2 disponibles sont telles que :

- S_1 est une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1=2.10^{-2}mol.l^{-1}$;
- S_2 est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2=5.10^{-2}mol.l^{-1}$.

1. Quel volume d'eau Ve doit on ajouter à un volume $V_1=40cm^3$ de S_1 pour avoir une solution de pH=3.4 ?
2. Quel volume V_e d'eau distillée doit on ajouté à $V_2=50cm^3$ de S_2 pour avoir solution de pH=12.4 de concentration C_3.
3. On dose $10cm^3$ d'une solution S_3 d'acide chlorhydrique de concentration C_3 inconnue à l'acide d'une solution S_4 de soude de concentration $C_4=10^{-2}mol.l^{-1}$. Au point d'équivalence $V_4=10cm^3$. Calculer C_3 et sonpH_e.

Bac C/E, Tchad 2012

Exercice 29

Une solution S_1 d'acide chlorhydrique a un pH=5,9. L'acide chlorhydrique est un acide fort.

1. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans les solutions puis calculer leurs concentrations molaires.
2. On prélève 10ml de cette solution S_1 et on y ajoute 90ml d'eau. Calculer la nouvelle valeur du pH.
3. On prélève une solution S_2 en dissolvant une masse m d'hydroxyde de sodium NaOH dans 500ml d'eau pure.
   a. La concentration de la solution S_2 ainsi préparée est $C_2=4.10^{-6}mol.l^{-1}$. Calculer la masse de la soude utilisée pour préparer S_2.
   b. Quels volumes V_1 de S_1 et V_2 de S_2 faut-il utiliser pour préparer une solution de volume totale $V_T=140ml$ et de pH=7 ?

Exercice 30

On considère les trois solutions suivantes :

- S_1 solution d'hydroxyde de sodium de molarité $C_1=8{,}00.10^{-3}\ mol.l^{-1}$
- S_2 solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de molarité $C_2=2{,}00.10^{-3}mol.l^{-1}$.
- S_3 solution de chlorure de sodium NaCl de molarité $C_3=10^{-3}mol.l^{-1}$

1. Calculer le pH de chacune des solutions S_1, S_2 et S_3
2. On obtient une solution A en mélangeant un volume $V_1=50cm^3$ de S_1, un volume $V_2=100cm^3$ de S_2 et un volume $V_0=100cm^3$ d'eau.
   a. Calculer les concentrations des espèces chimiques dans la solution A.
   b. En déduire le pH de la solution A.
3. On obtient une solution B en mélangeant un volume $V_1=500cm^3$ de S_1, un volume $V_2=100cm^3$ de S_2 et un volume $V_3=100cm^3$ de S_3.
   a. Calculer les concentrations des espèces chimiques dans la solution B.
   b. En déduire le pH de la solution B.

Exercice 31

Un volume $V=100cm^3$ d'acide chlorhydrique à $5.10^{-2}mol.l^{-1}$ est obtenu en dissolvant un volume V_0 de chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau. La dissolution se fait sans variation de volume.

1. Calculer le volume V_0 de gaz de chlorure d'hydrogène utilisé (volume molaire $22{,}4l/mol$ dans les conditions de l'expérience).
2. L'acide chlorhydrique ainsi préparé est ajouté progressivement à $20cm^3$ d'une solution d'hydroxyde de sodium. On constate que l'équivalence acido-basique est atteinte pour un volume V_a d'acide versé égal à $40cm^3$.
   a. Que représente l'équivalence acido-basique ?
   b. Expliquer, en quelques lignes, de façon dont il faut procéder pour le dosage. Représenter le dispositif nécessaire.
   c. Calculer la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium.
3. Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il dissoudre dans l'eau pour obtenir V'=1litre de solution ayant cette concentration ?

D'après Bac Série D Tchad 2016

Chapitre 3 : ACIDE FAIBLE-BASE FAIBLE
COUPLE ACIDE-BASE

L'essentiel du cours

I. Exemple d'un acide faible : acide éthanoïque

1. Réaction de l'acide éthanoïque dans l'eau

- L'acide éthanoïque pur, encore appelé acide acétique, est un liquide incolore, corrosif, d'odeur piquante. On le trouve dans le vinaigre qui est une solution diluée. Il répond à la formule CH_3COOH et comporte le groupe fonctionnel des acides carboxyliques $-COOH$ appelé groupe carboxyle.
  A l'état pur, il n'est pas conducteur d'électricité donc non ionisé.
- L'acide éthanoïque est miscible à l'eau en toutes proportions, sa dissolution étant légèrement exothermique.
- La solution d'acide éthanoïque conduit moins le courant électrique que la solution d'acide chlorhydrique : elle contient moins d'ions qu'elle.

(a) Etude qualitative

__Expérience__ : ajoutons quelques gouttes d'hélianthine dans un bécher contenant une solution d'acide éthanoïque de concentration $C = 10^{-2} mol/l$; on observe une coloration rouge alors que le BBT en donne une coloration jaune.
__Conclusion__ : L'acide éthanoïque contient des ions H_3O^+ en quantité importante. Ces ions, plus importante que dans l'eau pure, proviennent de sa réaction avec l'eau. La neutralité électrique de la solution impose la présence d'anions : ce sont les ions éthanoate (CH_3COO^-).
L'acide éthanoïque CH_3COOH (liquide) réagit partiellement avec l'eau en lui fournissant un proton H^+ :
$\mathbf{CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+}$ **(1)**

(b) Etude quantitative

Mesurons le pH de la solution précédente, on obtient pH = 3,4 à 25°C.
Soit $[H_3O^+] = 10^{-pH} \approx 4.10^{-4} mol/l$
Alors on a : $[H_3O^+] < C \Rightarrow pH > -\log C_a$
On peut dire que la réaction avec l'eau n'est pas totale ; elle est limitée par la réaction inverse : l'acide éthanoïque est un acide faible.

(c) Définition

Un acide est dit faible si sa réaction avec l'eau ; en donnant des ions oxonium (hydronium), est partielle c'est-à-dire limitée par la réaction inverse : $\mathbf{R - COOH + H_2O \rightleftharpoons R - COO^- + H_3O^+}$

__Remarque__ : Tous les acides organiques sont des acides faibles.
__Exemple__ : L'acide méthanoïque réagit partiellement avec l'eau : $\mathbf{HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+}$

2. Degré d'ionisation ou taux d'avancement final α

Les acides faibles se dissocient partiellement dans l'eau. Cette faible ionisation peut être matérialisé par le coefficient ou degré d'ionisation noté α.
Considérons l'ionisation de n_0 mole d'acide acétique et dressons le tableau d'avancement de la réaction : $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H_3O^+
A t=0s ;	n_0	0	0
A $t \neq 0s$;	$n_0 - X$	X	X

On définit le degré d'ionisation α comme étant le rapport de la quantité de matières disparue (X) sur la quantité de matières initiale (n_0) : $\alpha = \frac{X}{n_0} \Rightarrow X = \alpha \times n_0$

Cette relation est équivalente d'après l'équation à : $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{[CH_3COO^-]}{C}$

En général, on définit : $\alpha = \frac{\textbf{Nombre de molécule d'acide ayant réagi}}{\textbf{Nombre de molécule d'acide initiale}}$

Remarque : L'augmentation du solvant ou la dilution entraine une augmentation de la dissociation donc de α

3. Calcul des concentrations des espèces

A 25°C, une solution d'acide éthanoïque de concentration $C = 10^{-2} mol/l$ a un $pH = 3{,}4$.
Calculer la concentration de l'ensemble des espèces chimiques présentes dans la solution et en déduire le coefficient d'ionisation α

- Espèces chimiques majoritaires : Celles dont les concentrations sont les plus élevées et de même ordre de grandeur.
- Espèces chimiques minoritaires : Celles dont les concentrations sont égales ou inférieures au dixième de celle d'une espèce majoritaire.
- Espèces chimiques ultra-minoritaires : Celle dont les concentrations sont égales ou inférieure au dixième de celle d'une espèce minoritaire, c'est-à-dire au moins cent fois plus faible que celle d'une espèce majoritaire.

Convention : Les concentrations des espèces minoritaires et celles des espèces ultra-minoritaires seront négligées dans les équations d'électroneutralité et bilan de matière.

II. Exemple d'une base faible : l'ammoniac

1. Réaction de l'ammoniac dans l'eau

Soit une solution aqueuse d'ammoniac de concentration $C_b = 0{,}1 mol/l$ et de $pH = 11{,}1$ à 25°C

- $pH = 11{,}1 > 7$ alors la solution de l'ammoniac est une solution basique.
- $[OH^-] = 10^{-pke+pH} = 1{,}26.10^{-3} mol/l \Rightarrow [OH^-] < C_b$ alors la dissociation est partielle donc l'ammoniac est une base faible.
- $[OH^-] < C_b \Rightarrow pH < pke + \log C_b$
  Pour une base faible, $[OH^-] < C_b$ ce qui est équivalent à $\mathbf{pH < pke + \log C_b}$

L'ionisation de l'ammoniac dans l'eau est partielle d'équilibre chimique suivant l'équation bilan

$$\mathbf{NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-}$$

2. Définition

Une base B est une base faible quand sa réaction d'ionisation dans l'eau est partielle :

$$B + H_2O \rightleftharpoons B^+ + OH^-$$

3. Degré d'ionisation β de la base

Par analogie d'acide, le coefficient d'ionisation de la base est : $\beta = \frac{[BH^+]}{C} = \frac{[OH^-]}{C}$

$$\beta = \frac{\textbf{Nombre de molécule de base ayant réagi}}{\textbf{Nombre de molécule de base initiale}}$$

4. Calcul des concentrations

Considérons une solution aqueuse d'ammoniac de concentration $C = 0{,}1 mol/l$ et de $pH = 11{,}1$ à 25°C.
Calculer la concentration de l'ensemble des espèces présentes dans la solution et en déduire le coefficient d'ionisation de la base β

III. Couple acide/base

1. Généralisation : définition de Bronsted

- Acide : Un acide est une molécule ou un ion pouvant céder au moins un proton H^+
- Base : Une base est une molécule ou un ion pouvant capter au moins un proton H^+

2. Couple acide/base

Un couple acide/base (AH/A^-) est constitué d'un acide AH et d'une base conjuguée A^-, c'est-à-dire réliés par : Acide $\Rightarrow$ Base + H^+ ou $AH \rightleftharpoons A^- + H^+$

Exercices

Exercice 1

On dissout dans l'eau $10^{-2}mol$ d'un acide organique, l'acide benzoïque, de façon à obtenir un litre de solution. On mesure le pH de cette solution et on trouve pH = 3,1.

1. Préciser toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
2. Calculer leurs concentrations molaires.
3. Pourquoi qualifie-t-on cet acide de faible ? Quelle est sa base conjuguée et son nom ?
4. Calculer le pourcentage de molécules ionisées dans la solution.

Exercice 2

Une solution aqueuse d'éthylamine de concentration analytique $C_b = 5{,}0.10^{-2}.mol/l$ a un pH de 11,7.

1. L'éthylamine est-elle une base forte ou base faible ? Expliquez.
2. Exprimez les relations de conservation des espèces.
3. Exprimez la relation d'électroneutralité.
4. Calculer les concentrations de toutes les espèces présentes dans la solution et classez-les par ordre de conservations décroissantes.

Exercice 3

Soit une solution S_1 d'acide éthanoïque de concentration molaire volumique $C_1 = 10^{-1}mol/l$. Le pH de cette solution est 2,8.

1. (a) Quelles sont les espèces chimiques présentes dans cette solution ?
   (b) Calculer les concentrations molaires de ces espèces chimiques.
   (c) Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible.
   (d) En déduire le coefficient de dissociation α_1, de l'acide éthanoïque dans cette solution.
2. On prépare une solution S_2 d'acide éthanoïque à partir d'un mélange de $10cm^3$ de la solution S_1 avec $90cm^3$ d'eau pure. Le pH de la solution S_2 est 3,4.
   (a) Calculer la concentration C_2 de la solution S_2 ainsi préparée.
   (b) Calculer la valeur du coefficient de dissociation α_2 de l'acide éthanoïque de la solution S_2.
   (c) Comparer α_1 et α_2. En déduire l'influence de la dilution sur la dissociation de l'acide éthanoïque.

Exercice 4

On prépare un litre de solution aqueuse en dissolvant $0{,}2mol$ de méthylamine de formule CH_3NH_2. Le pH est égal à 12.

1. Ecrire l'équation traduisant la réaction qui se produit avec l'eau.
2. Donner le nom de l'acide conjugué de la méthylamine.
3. Calculer les concentrations de toutes les espèces présentes dans la solution.
4. Quel est le pourcentage de molécules de méthylamine ionisée ?

Exercice 5

1. Quelle masse m d'éthanoate de sodium solide faut-il dissoudre dans de l'eau pure pour obtenir 1L de solution de concentration $0{,}1mol/l$?
2. La solution obtenue a un pH = 8,9 à 25°C.
   (a) Faire l'inventaire des espèces chimiques.
   (b) Calculer leurs concentrations puis classer les en espèces majoritaires, minoritaires et ultraminoritaires.
   (c) Calculer le coefficient α de dissociation des ions éthanoates dispersés en solution.
   (d) Quels sont les couples acide/base mis en jeu dans cette solution.

Exercice 6

Une solution aqueuse de méthanoate de sodium entièrement dissocié en ions méthanoate et sodium de concentration $C = 5.10^{-2}\ mol/l$ a un pH = 8,2.

1. Recenser les différentes espèces en solution

Remarque : On écrit le couple en notant toujours l'acide puis la base.

Exemple : $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+ \Rightarrow CH_3COOH/CH_3COO^-$
$HNO_3 \rightleftharpoons NO_3^- + H^+ \Rightarrow HNO_3/NO_3^-$

3. Les couples de l'eau

- L'eau (H_2O) est susceptible de libérer un proton H^+ selon le schéma : $H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$: l'eau joue le rôle d'un acide.
- L'eau (H_2O) est susceptible de capter un proton H^+ selon le schéma : $H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$: l'eau joue le rôle d'une base.

L'eau se comporte parfois comme un acide et parfois comme une base : cette dualité de comportement est qualifiée d'amphotère. On dit que l'eau est **amphotère** ou est **ampholyte.**

4. Cas des acides forts et bases fortes

- ✓ Si un acide est indifférent, il ne réagit pas avec l'eau. Le pH reste égal à 7 à 25°C, par contre sa base conjuguée est forte.
- ✓ Si une base est indifférente, elle ne réagit pas avec l'eau. Le pH est égal 7 à 25°C, par contre son acide conjugué est fort.
- ✓ Si un acide est faible, il réagit partiellement avec l'eau alors sa base conjuguée est également faible.

NB : L'opposé de faible est faible, l'opposé de fort est indifférent et l'opposé d'indifférent est fort.

IV. Réaction acide/base

Exemple 1 : Réaction entre HCl et NH_3 :

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$
$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$
$$HCl + NH_3 \rightarrow Cl^- + NH_4^+$$

Exemple 2 : Dissociation de l'acide éthanoïque :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$$
$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

Conclusion : Une réaction acide/base est un transfert de proton de l'acide vers la base.

2. Déterminer leur concentration molaire
3. Effectuer un classement en espèces majoritaires, minoritaires ou ultra minoritaires.

Exercice 7

1. Pour préparer une solution d'acide éthanoïque de concentration $C=10^{-1}mol.l^{-1}$, on introduit dans une fiole jaugée un volume V d'acide pur que l'on complète à 1*l*. Calculer V.
   Données $M(CH_3COOH)=60g.mol^{-1}$; masse volumique de l'acide éthanoïque pur est $\mu=1{,}05g.cm^{-1}$.
2. La solution obtenue est diluée 10 fois ; son pH devient égal à 3,4. Calculer la concentration de toutes les espèces chimiques présentes en solution diluée. En déduire si l'acide est fort ou faible.

Exercice 8

Une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration $C = 1mol/l$ a le même pH qu'une solution aqueuse d'acide nitrique de concentration $C'=8.10^{-3}mol.l^{-1}$. Ce pH est égal à 2,1.

1. Montrer que l'acide nitrique est entièrement dissocié.
2. Montrer que l'acide benzoïque est un acide faible.
3. Calculer le pourcentage d'acide benzoïque transformé en ion benzoate dans cette solution.
4. Ecrire l'équation bilan de l'action de l'eau sur l'acide benzoïque.

Exercice 9

Une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration $1{,}6.10^{-2}mol.l^{-1}$ est une solution aqueuse d'acide éthanoïque à $5{,}6.10^{-2}mol.l^{-1}$ ont le même pH égal à 3,0.

1. Ecrire pour chaque acide l'équation bilan de sa réaction de dissociation dans l'eau.
2. Dire qualitativement lequel de ces deux acides est le plus dissocié.
3. Calculer le coefficient de dissociation de chaque acide.

Exercice 10

1. L'acide méthanoïque a pour formule HCOOH. Quelle est sa base conjuguée ? Ecrire l'équation de la réaction entre HCOOH et l'eau.
2. Une solution à $10^{-2}mol.l^{-1}$ de cet acide a un pH=2,9.
   a. Déterminer les concentrations des différentes espèces chimiques dans la solution.
   b. Déduire le degré d'ionisation α de l'acide méthanoïque à $10^{-2}mol.l^{-1}$.
   Est-ce un acide fort ou un acide faible ?
   Est-ce-t-il lorsqu'on augmente la dilution ? (Répondre sans calcul).
   c. Dans quel sens α évolue-t-il lorsqu'on augmente la dilution ? (Répondre sans calcul).

Exercice 11

On dispose d'une solution aqueuse S_1 d'éthylamine de densité d=0,92 et contenant en masse 33% d'éthylamine pure. A l'aide de cette solution, on prépare 1,00l de solution S_2 de concentration 0,1mol/l dont on mesure le pH. On trouve pH=11,9.

1. Quel volume V_1 de solution S_1 faut-il utiliser pour préparer 1l de S_2 ?
2. Décrire complètement la préparation de S_2.
3. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau
4. Déterminer la concentration de toutes les espèces présentes dans la solution S_2. En déduire que l'éthylamine est une base faible.

Exercice 12

On mesure le pH d'une solution S_1 d'acide formique à $10^{-2}mol/l$. on trouve $pH_1=2{,}9$. On dilue dix fois la solution S_1, le pH de la solution S_2 obtenue est $pH_2=3{,}4$.

1) L'acide formique est-il un acide fort ? justifier
2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide formique avec l'eau. Identifier les couples acide/base mis en jeu.
3) Déterminer la concentration des espèces présentes dans la solution S_1. En déduire le coefficient de dissociation α_1.
4) Même question avec la solution S_2.
5) Comparer α_1 et α_2. Conclure.

Exercice 13

Soit une solution S_1 d'acide éthanoïque de concentration molaire volumique $C_1 = 10^{-1}\text{mol}/l$. Le pH de cette solution est 2,8.

1.
   a. Quelles sont les espèces chimiques présentes dans cette solution ?
   b. Calculer les concentrations molaires de ces espèces chimiques.
   c. Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible.
   d. En déduire le coefficient de dissociation α_1, de l'acide éthanoïque dans cette solution.
2. On prépare une solution S_2 d'acide éthanoïque à partir d'un mélange de 10cm^3 de la solution S_1 avec 90cm^3 d'eau pure. Le pH de la solution S_2 est 3,4.
   (a) Calculer la concentration C_2 de la solution S_2 ainsi préparée.
   (b) Calculer la valeur du coefficient de dissociation α_2 de l'acide éthanoïque de la solution S_2.
   (c) Comparer α_1 et α_2. En déduire l'influence de la dilution sur la dissociation de l'acide éthanoïque.

Exercice 14

On dispose d'une solution A contenant de l'acide éthanoïque de concentration $0{,}1 mol/l$ et d'une solution B contenant de l'acide chlorhydrique de concentration 10^{-3}mol.l^{-1}.

1. Le pH de la solution A est 2,9. En déduire les concentrations des espèces chimiques et calculer le coefficient α de l'acide.
2. On mélange 50cm^3 de la solution A et 50cm^3 de la solution B. Le pH du mélange vaut 3. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange ainsi que le nouveau coefficient d'ionisation α' de l'acide éthanoïque dans ce mélange.
3. A un volume V de la solution A, on ajoute le même volume d'eau. Le pH du mélange vaut 3,05.
   Calculer le nouveau coefficient d'ionisation α'' d'acide éthanoïque dans la solution obtenue.
4. En comparant les valeurs α, α' et α'', que peut dire sur l'équilibre d'ionisation de l'acide éthanoïque dans l'eau ?

Exercice 15

1) Une solution aqueuse A d'acide éthanoïque de concentration molaire $C=10^{-1}\text{mol.l}^{-1}$ et de volume 10ml à un pH égal à 2,9 à 25°C.

a) Donner la définition du coefficient d'ionisation et le calculer pour le pH proposé.
b) Aux 10ml de la solution précédente, on ajoute 990ml d'eau pure. Le pH devient égal à 3,9. Quelle est la valeur prise par le coefficient d'ionisation ?
c) Quelle conclusion peut-on tirer après observation des résultats ?

Exercice 16

Le pH d'une solution à $0{,}1\text{mol.l}^{-1}$ de chlorure d'ammonium est égal à 5,1.

a) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes et calculer leurs concentrations.
b) Quel est le pourcentage d'ions NH_4^+ introduits qui ont réagi avec l'eau pour former des ions H_3O^+ ? NH_4^+ est-il un acide fort ou un acide faible ?

Chapitre 4 : CONSTANTE D'ACIDITE D'UN COUPLE ACIDE-BASE DANS L'EAU

L'essentiel du cours

I. Constante d'acidité d'un couple acide/base dans l'eau

Un acide faible AH de couple AH/A⁻ réagit partiellement avec l'eau selon l'équation bilan $AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$. Cette réaction limitée conduit à un équilibre chimique. Les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans le milieu réactionnel sont liées par une constante d'équilibre notée Ka. Ka est aussi appelé constante d'acidité du couple AH/A⁻ ou constante de dissociation de l'acide AH dans l'eau. On a :

$$\text{Ka} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]}$$

Ka n'a pas d'unité et dépend de la température.

Par analogie au pKe de l'eau, on définit aussi le pKa du couple AH/A⁻ par la relation

$\text{pKA} = -\log\text{Ka} \Rightarrow \text{Ka} = 10^{-\text{pka}}$.

- Relation entre pH et pKa

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log\frac{[base]}{[acide]}$$

II. Classification des couples acide/base dans l'eau

1. Cas des acides

Pour comparer la force de deux acides de même concentration, il suffit de comparer leurs pH ou leurs constantes d'acidité Ka car ces grandeurs sont fonction de $[H_3O^+]$.

- Un acide est d'autant plus fort que le pH de sa solution aqueuse est petit.
- Un acide est d'autant plus fort que sa constante d'acidité Ka est élévée et donc son pKa est faible.

2. Cas des bases

- Une base est d'autant plus forte que le pH de sa solution aqueuse est grand
- Une base est d'autant plus forte que la constante d'acidité Ka du couple auquel elle appartient est petite ou que son pKa est élevé.

III. Zones de prédominance des formes acides et bases

- 1ère zone : pH = pKa

$$\text{pH} = \text{pKa} \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} = 0 \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} = \log 1$$

$$\frac{[base]}{[acide]} = 1 \Rightarrow [\text{acide}] = [\text{base}]$$

Dans une solution d'un couple acide/base vérifiant la relation pH=pKa, la concentration de l'acide est égale à la concentration de sa base conjuguée.

- 2ème zone : pH>pKa (domaine de prédominance de la base)

$\log\frac{[base]}{[acide]} = pH - pKa$

$pH > pKa \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} > 0 \Rightarrow \frac{[base]}{[acide]} > 1 \Rightarrow [base] > [acide]$

Dans une solution dont le pH est supérieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de la base est supérieure à celle de son acide conjugué.

3ème zone : pH<pKa(zone de prédominance de l'acide)

$pH < pKa \Rightarrow [base] < [acide]$

Dans une solution dont le pH est inférieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de l'acide est supérieure à celle de sa base conjuguée.

$\log\frac{[base]}{[acide]} = pH-pKa$

$pH>pKa \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} > 0 \Rightarrow \frac{[base]}{[acide]} > 1 \Rightarrow$ **[base] > [acide]**

Dans une solution dont le pH est supérieur au pKa d'un couple acide base, la concentration de la base est supérieure à celle de son acide conjugué.

$3^{ème}$ zone : **pH< pKa**(zone de prédominance de l'acide)

pH<pKa ⇒**[base]<[acide]**

Dans une solution dont le pH est inférieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de l'acide est supérieure à celle de sa base conjuguée.

$\log\frac{[base]}{[acide]} = pH - pKa$

$pH > pKa \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} > 0 \Rightarrow \frac{[base]}{[acide]} > 1 \Rightarrow$ **[base] > [acide]**

Dans une solution dont le pH est supérieur au pKa d'un couple acide base, la concentration de la base est supérieure à celle de son acide conjugué.

2ème zone : pH<pKa(zone de prédominance de l'acide)

$pH < pKa \Rightarrow$ **[base] < [acide]**

Dans une solution dont le pH est inférieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de l'acide est supérieure à celle de sa base conjuguée.

$\log\frac{[base]}{[acide]} = pH - pKa$

$pH > pKa \Rightarrow \log\frac{[base]}{[acide]} > 0 \Rightarrow \frac{[base]}{[acide]} > 1 \Rightarrow$ **[base] > [acide]**

Dans une solution dont le pH est supérieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de la base est supérieure à celle de son acide conjugué.

$3^{ème}$ zone : **pH < pKa** (zone de prédominance de l'acide)

$pH < pKa \Rightarrow$ **[base] < [acide]**

Dans une solution dont le pH est inférieur au pKa d'un couple acide-base, la concentration de l'acide est supérieure à celle de sa base conjuguée.

Exercices

Exercice 1

On dispose de deux solutions aqueuses décimolaires d'ammoniac et de diéthylamine $(C_2H_5)_2NH$ dont les PH respectifs sont 11, 1 et 11, 7.

1) Ecrire les équations des réactions avec l'eau, de l'ammoniac et de la diéthylamine.
Quels sont les couples acide-base correspondant à l'ammoniac et à la diéthylamine.
2) Quelles sont les concentrations molaires des différentes espèces présentes dans ces solutions ?
3) En déduire les constantes PK_a de ces deux couples acide-base. Quel est l'acide le plus fort ? quelle est la base la plus forte.

Exercice 2

Une solution d'acide méthanoïque de concentration $c = 1,0.10^{-1}$mol/l à un pH de 2,38 à la température de 25°C.

a) Montrer que l'acide méthanoïque est un acide faible.
b) Nommer les espèces chimiques présentes dans la solution et calculer leurs concentrations respectives.
c) En déduire la valeur de la constante d'acidité Ka et la valeur du pKa de l'acide méthanoïque.

Exercice 3

L'acide méthanoïque (acide formique) est un acide organique de formule HCOOH ; sa base conjuguée est l'ion méthanoate (formiate).

a) Ecrire l'équation de la réaction correspondant à sa mise en solution dans l'eau ; donner l'expression littérale de sa constante d'acidité Ka du couple acide-base ; calculer Ka sachant que pKa = 3,8.
b) On prépare une solution d'acide méthanoïque dont le pH est 2,6. Calculer la quantité de matière d'acide a été dissoute par litre de solution.
c) Le pKa du couple acide éthanoïque/ion éthanoate est égal à 4,8.
Comparer les forces respectives de l'acide éthanoïque et de l'acide méthanoïque en solution dans l'eau, ainsi que celles de leurs bases conjuguées.

Exercice 4

L'éthylamine, composé organique dont la formule s'écrit $C_2H_5NH_2$, est une base.

a) Quelle est la formule de son acide conjugué ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'éthylamine sur l'eau.
b) Une solution d'éthylamine, de concentration $1,26.10^{-2}$mol/l a un pH égal à 11,4 à 25°C.
Calculer la valeur de la concentration $[C_2H_5NH_2]$ dans la solution. En déduire que l'éthylamine est une base faible et calculer le pKa du couple acide/base correspondant.
c) Comparer la force des deux bases : éthylamine et ammoniac (pKa = 9,2 pour le couple NH_4^+/NH_3). La réponse devra être justifiée.

Exercice 5

L'un des couples régulier du pH du sang est le couple dihydrogénophosphate/ion hydrogénophosphate $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ de pKa = 6,82 à 37°C. le pH du sang est voisin de 7,4.

1) Calculer le rapport $[H_2PO_4^-]/[HPO_4^{2-}]$ dans le sang.
2) Dans le sang considéré, $[HPO_4^{2-}] = 0,275$ mol/l. En déduire $[H_2PO_4^-]$
3) Une réaction produit 0,035mol d'acide lactique $C_3H_6O_3$ ($CH_3CHOHCOOH$) par litre de sang.
Ecrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'acide lactique et l'ion HPO_4^{2-}.
4) En supposant cette réaction totale, déterminer les concentrations de $H_2PO_4^-$ et HPO_4^{2-}, puis vérifier que le pH du sang devient voisin de 7,2.

Exercice 6

Cinq béchers contiennent chacun 50 ml d'une solution différente. Les cinq solutions ; chacune de concentration molaire $10^{-2}mol/l$ sont les suivantes :

- Solution de chlorure de sodium A
- Solution d'hydroxyde de sodium (soude) B
- Solution de chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique) C
- Solution d'acide éthanoïque (ou acétique) D
- Solution d'éthanoate de sodium (acétate de sodium) E

L'étiquette posée sur chaque bécher n'est plus lisible. Pour identifier les solutions, on mesure le pH de chacune d'entre elles.

1) Compléter les tableaux suivants avec les lettres A, B, C, D et E. Justifier votre choix.

N° du bécher	1	2	3	4	5
pH	12	8 ,4	2	3 ,4	7
Solution					

2) Faire le bilan des concentrations molaires des espèces chimiques présent dans le bécher N°4. Calculer la fraction α des molécules d'acide éthanoïques dissocié par rapport aux molécules introduites.
3) On mélange la solution du bécher N°2 avec celle du bécher N°4. On obtient ainsi 100ml de solution. Le pH de la solution obtenue est mesuré et on trouve pH = 5. Le pka est égal à 4,8.
   a. Faire le bilan des concentrations molaires des espèces présentes dans cette solution.
   b. Calculer la nouvelle fraction α' caractérisant la dissociation ionique de l'acide éthanoïque.
   c. Comparer α et α' puis interpréter les résultats obtenus

Bac D, Tchad 2000

Exercice 7

On dispose d'un litre d'une solution aqueuse contenant de l'ammoniac et de chlorure d'ammonium. Cette solution à un pH=9,5 à 25°C et sa concentration molaire totale est de 0,5mol/l($[NH_3]+[NH_4^+@]$)=0,5mol.l^{-1}. Le pK_a du couple NH_4^+/NH_3 est de 9,3.

1. Quelles sont les espèces chimiques présentes en solution ?
2. a) Calculer les concentrations $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$
   b) A partir de la constante d'acidité Ka, déduire le rapport $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$
   c) Déterminer les concentrations $[NH_3]$ et $[NH_4^+]$
3. On ajoute 0,02mol/l d'acide chlorhydrique à la solution précédente (Sans variation de volume).
   a) Quelle réaction chimique se produit après l'addition de l'acide ?
   b) Ecrire son équation-bilan
   c) Déduire les concentrations $[NH_3]$ et $[NH_4^+]$
   d) Déterminer la concentration $[H_3O^+]$ à partir de K_a
   e) En déduire le pH de la solution obtenue.

D'après Bac Série C/E du Tchad 2016

Exercice 8

Soit une solution aqueuse contenant entre autre, les espèces du couple NH_4^+/NH_3 de pK_A= 9,2. Cette solution a un pH = 10,5 la somme des concentrations en ions ammonium et en molécule d'ammonium est C=3.10^{-2}mol.l^{-1}.

1) Quelle est l'espèce du couple NH_4^+/NH_3 majoritaire dans cette solution ?
2) Exprimer le rapport $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ en fonction de K_A et de $[H_3O^+]$ puis calculer.
3) Déterminer $[NH_4^+]$ et $[NH_3]$ en fonction de K_A;$[H_3O^+]$ et C puis calculer.

Exercice 9

A 25°C, le pH d'une solution aqueuse S_o d'ammoniac de concentration molaire C_o=1,0.10^{-1}mol.l^{-1} vaut 11,1. Le pka du couple NH_4^+/NH_3 vaut 9,2.
A 1litre de cette solution, on ajoute des cristaux de chlorure d'ammonium pour obtenir la solution S_1. En admettant que le volume reste constant :

1) Montrer que le pH de la solution S_1 est inférieur à celui de la solution S_o ;
2) Déterminer la quantité x de chlorure d'ammonium introduit sachant que le pH varie de 1,3.

Exercice 10

a) La diéthylamine$(C_2H_5)_2NH$ est une base faible. Quel est son acide conjugué ?

b) Une solution de diéthylamine a un pH égal à 10,8. Le pKa du couple acide/base de la diéthylamine est 11,1. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques en présence dans la solution.

c) Dire si la diéthylamine est une base plus faible ou plus forte que l'ammoniac dont le couple acide/base a un pka=9,25.

Exercice 11

1) Le pH d'une solution S_1 d'acide éthanoïque de concentration $C_1=0.1mol.l^{-1}$ vaut 2.9 à 25°C
   a. Ecrire l'équation bilan de l'action de l'acide éthanoïque sur l'eau
   b. Calculer les concentrations de toutes les espèces chimiques
   c. En déduire le nombre de moles d'ion oxonium présents dans un litre de solution.
   d. Déterminer le coefficient d'ionisation α de l'acide éthanoïque

2) On dilue la solution S_1 de façon à obtenir une solution S_2 de concentration $C_2 = \frac{C_1}{10}$
   a. La solution S_2 a un pH=3,4. Déterminer le nombre de moles d'ion oxonium présents dans 100ml de solution. Le comparez au nombre d'ion oxonium présents le volume de solution S_1utilisé.
   b. Si on effectuait la même dilution avec une solution d'acide chlorhydrique de pH=2.9. Quel est le pH de la solution diluée ?

Exercice 12

L'eau de Javel est une solution équimolaire de chlorure de sodium et d'hypochlorite de sodium ($Na^+ + ClO^-$). Lorsqu'on ajoute une solution d'acide chlorhydrique à une solution d'eau de Javel, on observe les deux réactions simultanées suivantes :

1. $ClO^- + H_3O^+ \rightarrow HClO + H_2O$
2. $ClO^- + Cl^- + 2H_3O^+ \rightarrow Cl_2 + 3H_2O$

   a. Identifier les deux couples acide et base intervenant dans la réaction 1).
   b. L'eau de Javel a-t-il un pH supérieur ou inférieur à 7 ? Justifier.
   c. Montrer que la réaction 2) est une réaction d'oxydoréduction.
   Former les couples redox correspondants.

Chapitre 5 : REACTION ACIDE/BASE : EFFET TAMPON

L'essentiel du cours

1. REACTION ACIDE FAIBLE-BASE FORTE

1.1. Etude de la réaction entre les solutions d'acide éthanoïque et d'hydroxyde de sodium.

a. Équation bilan de la réaction

L'ajout de la solution d'hydroxyde de sodium dans la solution éthanoique provoque la transformation des molécules CH_3COOH en ions CH_3COO^- par la suite de leur réaction avec les ions OH^-.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :

$$CH_3COOH + {}^-OH \underset{}{\overset{1}{\rightleftarrows}} CH_3COO^- + H_2O.$$

Cette réaction est exothermique et quasi-totale (presque totale) dans le sens 1. L'équation bilan globale de la réaction s'écrit :

$$CH_3COOH + (Na^+ + {}^-OH) \rightleftarrows (CH_3COO^- + Na^+) + H_2O$$

On obtient une solution aqueuse d'acétate de sodium.

b. Généralisation

Lors du mélange d'une solution d'acide faible AH ou BH^+ et d'une solution de base forte, les ions OH^- apportés par la solution basique capte les protons des molécules d'acide suivant l'équation bilan :

$$AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$$ ou

$$BH^+ + OH^- \longrightarrow B + H_2O$$

1.2. Etude expérimentale de pH=f(Vb)

Le dosage pH métrique de l'acide éthanoïque (Va = 10mL) par une solution de soude permet de tracer le graphe pH=f(Vb) en annexe.

La courbe présente deux point d'inflexion : Le point d'équivalence E et le point de demi-équivalence $E_{1/2}$.

- **Point d'équivalence E.**

Il est déterminé par la méthode des tangentes. On trouve à l'équivalence pH = 8,2 et V_{BE} = 10mL. La quantité d'ions ⁻OH versés est égale à la quantité d'acide initialement présent dans la solution.

$n HO^-_{int} = n\, CH_3COOH_{(i)} \leftrightarrow C_bV_{BE} = C_aV_a$, ou V_{BE} est le volume de base versé à l'équivalence.

La solution obtenue à un pH basique (pH>7).

- Point de demi-équivalence $E_{1/2}$.

Il correspond à un volume $V_b = V_{bE}/2$ et à un pH = 4,8. « A la demi-équivalence, la moitié de la quantité d'acide éthanoïque introduite a réagi, produisant alors une quantité égale d'ion éthanoate. Alors à la demi-équivalence $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$. Donc à la demi-équivalence, pKa = pH correspondant à la demi-équivalence. $pKa_{(CH_3COOH/CH_3COO^-)} = 4{,}8$.

Conclusion :

Au cours de la réaction d'un acide faible sur une base forte, on a :

- pH = pKa du couple contenant l'acide faible.
- $pH_E > 7$, l'équivalence se situe dans un milieu basique.

2. REACTION ACIDE FORT- BASE FAIBLE

2.1. Etude de la réaction entre l'acide chlorhydrique et l'ammoniac.

a. Équation bilan de la réaction

Le mélange des solutions chlorhydrique et d'ammoniac conduit à la réaction acide/base dont l'équation bilan est la suivante :

$$H_3O^+ + NH_3 \rightleftarrows NH_4^+ + H_2O.$$

La réaction est exothermique et il ya formation d'une solution aqueuse de chlorure d'ammonium suivant l'équation bilan globale :

$$(H_3O^+ + Cl^-) + NH_3 \rightleftarrows H_2O + (NH_4^+ + Cl^-).$$

b. Généralisation

Lors d'un ajout d'ions H_3O^+, la base faible intervient en les éliminant par la réaction quasitotale

$$\text{base} + H_3O^+ \longrightarrow \text{acide conjugué} + H_2O$$

2.2. Etude expérimentale de pH=f(Va)

On suit l'évolution du pH de la solution d'ammoniac de concentration Cb = 1,0mol/L et de volume V_b = 10mL lorsqu'on y ajoute une solution d'acide chlorhydrique de même concentration. Les résultats expérimentaux ont permis de tracer le graphe en annexe.

Point d'équivalence E :

Par la méthode des tangentes on trouve pH = 5,8 et V_{aE} = 10mL.

$nH_3O^+_{\ int} = nNH_{3(i)} \leftrightarrow C_aV_{aE} = C_bV_b$, où V_{aE} est le volume d'acide versé à l'équivalence. A l'équivalence, la solution obtenu à un pH = 5,8<7, elle est donc acide.

- **Point de demi-équivalence $E_{1/2}$:**

Il correspond à Va = VaE/2 de l'acide versé et à un pH = 9,2. Nous pouvons donc déterminer le pKa du couple NH_4^+/NH_3 qui est égal à 9,2.

Conclusion : Au cours de la réaction d'un acide fort sur une base faible, on a :

- pH = pKa du couple contenant la base faible.
- $pH_E < 7$, l'équivalence E se situe en milieu acide

de
Date
= pH

3. LES SOLUTIONS TAMPONS

3.1. Définition

Une solution tampon est une solution dont le pH varie très peu lorsqu'on ajoute des petites quantités (addition modérée) d'acide, de base ou d'eau. C'est aussi une solution constituée d'un acide faible et de sa base conjuguée, de concentrations voisines.

Dans le dosage acide fort base faible ou acide faible base forte, les solutions obtenues à la demi-équivalence sont des solutions tampons. Le pH d'une solution tampon est égale au pKa du couple acide /base.

3.2 Préparation d'une solution tampon.

- Principe : Mélange équimolaire d'un acide faible etde sa base conjuguée.
- Méthode : trois sont généralement utilisées :
  - Dosage d'un acide faible par une base forte jusqu'à la demi-équivalence.
  - Dosage d'une base faible par un acide fort jusqu'à la demi-équivalence.
  - Mélange d'une solution d'acide faible et d'une solution de sa base conjuguée, en quantités équimolaires.

3.3 . Importance de l'effet tampon.

Les solutions tampons permettent de maintenir constant le pH du milieu ou elles sont introduites.

Exemple :

- Les solutions tampons de bicarbonate et de phosphate contribuent à fixer le pH du sang dont la variation de 0,4 entraine chez l'homme la mort.
- Les produits pharmaceutiques sont tamponnés pour optimiser leur action ou pour réduire leurs effets secondaires indésirables.
- Les eaux minérales vendues sont tamponnées pour maintenir le pH = 7

dom
nium
tale
V_b
tats
A
Ka

Exercices

Exercice 1

1) Quelle masse m d'acide benzoïque doit on dissoudre dans de l'eau distillée pour obtenir v = 200cm³ d'une solution de concentration égal à $C_1=10^{-1}mol.l^{-1}$ en acide benzoïque.
2) Le pH de cette solution étant de 2,6 calculer les concentrations des différentes espèces en solution.
3) L'Acide benzoïque est-il un acide entièrement dissocié ou un acide faible ? Justifier la réponse.
4) On prélève V_1 = 10 cm³ de cette solution et on lui ajoute V_2 = 5cm³ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration$C_2 = 10^{-1} mol/l$. le pH du mélange obtenu est égal à 4,2. Calculer les concentrations des différentes espèces en solution.

Exercice 2

Voici les pKa de différents couples acide/base :

CH_3COOH/CH_3COO^-	$CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$	CCl_3COOH/CCl_3COO^-
4,75	2,9	0,7

1) Quel est l'acide le plus fort ? quel est l'acide le plus faible ? quelle est la base la plus forte ?
2) On prend 100cm³ d'une solution de méthanoate de sodium (HCOONa) dont la concentration est 10^{-1}mol/l et on ajoute 50cm³ d'acide chlorhydrique de concentration 10^{-1}mol/l. le pH de la solution est 3,8.
   a) Préciser la nature et la concentration des espèces chimiques en solution.
   b) En déduire le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$

Bac D, TCHAD 2008

Exercice 3

Déterminer les volumes Va d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration Ca = $2{,}0.10^{-1}mol.l^{-1}$ et Vb d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de concentration $Cb=4{,}0.10^{-1}mol.l^{-1}$ à mélanger pour obtenir 0,75litre de mélange de pH=5,4.
Le pKa du couple acide éthanoïque/ion éthanoate est pris égal à 4,8.

Exercice 4

1) Quel volume v de soude à $0{,}1mol.l^{-1}$ faut-il ajouter à 20cm³ d'acide éthanoïque à $0{,}1mol.l^{-1}$ pour obtenir une solution de pH=5,2 ? le pKa de l'acide éthanoïque est égal à 4,7. Calculer les concentrations des espèces CH_3COOH et CH_3COO^- dans le mélange.
2) On souhaite maintenant préparer une solution de pH=5,2 en mélangeant 10cm³ d'acide éthanoïque à $0{,}1mol.l^{-1}$ et v'cm³ d'éthanoate de sodium à $0{,}1mol.l^{-1}$. Calculer v'.

Exercice 5

1. Une solution aqueuse d'acide carboxylique AH de concentration $C_a=10^{-2}mol.l^{-1}$ a un pH=3,4.
   a. Déterminer le pk_a du couple acide-base conjugué AH/A^-
   b. Donne les pk_a de plusieurs couples acides/bases :

Couple	$HCOOH/HCOO^-$	CH_3COOH/CH_3COO^-	$C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-$
pk_a	3,75	4,78	4,88

   En déduire la formule et le nom de l'acide AH.
2. On désire préparer à partir de cet acide AH, 150ml de solution tampon de pH = pk_a par deux méthodes :
   a. Quels volumes V_A d'acide carboxylique AH et V_B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b=10^{-2}mol.l^{-1}$ faut-il utiliser ?
   b. Quels volumes V'_A d'acide carboxylique AH et V'_B de carboxylate de sodium N_aA de cet acide de concentration $C_b'=10^{-2}mol.l^{-1}$ faut-il utiliser ?

Exercice 6

1. Un bécher contient V=100cm³ de benzoate de sodium de concentration C=1,0.10⁻²mol.l⁻¹. On mesure le pH et on trouve 8,1.
   a. Ecrire l'équation bilan qui traduirait la dissolution totale de sodium dans l'eau (le benzoate de sodium pur, de formule C_6H_5COONa, se présente sous forme de cristaux blancs).
   b. Pourquoi la mesure du pH permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau. Exprimer la constante K de cette réaction et en déterminer un ordre de grandeur.
2. On ajoute à cette solution un volume V'=5,0cm³ de solution d'acide chlorhydrique de concentration C'=1,0.10⁻²mol.l⁻¹. Le pH vaut alors 5,5. En déduire quelle est l'espèce du couple acide benzoïque/ion benzoate qui prédomine ?

Exercice 7

1. On considère le couple acide/base noté AH/A⁻ de pk_a connu. Montrer que le pH d'une solution de l'acide faible AH de concentration C_a peut s'écrire sous la forme : $pH = \frac{1}{2}(pk_a - \log C_a)$
2. Soit une base faible B en solution aqueuse, de concentrationC_a, on suppose que le pk_a du couple BH^+/B est connu. Montrer que le pH de cette solution de base faible peut s'écrire sous la forme : $pH = 7 + \frac{1}{2}(pk_a + \log C_b)$
3. Cinq bécher contient un volume V de solution différentes mais de concentration égale à C=10⁻²mol.l⁻¹. Pour identifier chaque solution, on mesure le pH en numérotant le bécher correspondant.

N° bécher	1	2	3	4	5
pH	5,6	7	10,6	11,3	12

   a. Les solutions sont préparées à partir des produits suivants : chlorure de sodium ; chlorure d'ammonium ; méthanamine ; la soude ; ammoniac
   <u>Données</u> : $K_{a_1}(NH_4^+/NH_3) = 6{,}30.10^{-10}$ et $K_{a_2}(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 2{,}60.10^{-11}$
   Identifier les solutions dans le bécher ?
   b. On mélange le contenu de deux béchers, l'un contenant de chlorure d'ammonium et l'autre, l'ammoniac. Le pH final est 9,2. Retrouver à partir de l'étude du mélange, la valeur du pk_a du couple NH_4^+/NH_3.

Exercice 8

1. Un litre de solution aqueuse a été obtenu en dissolvant dans l'eau pure une certaine quantité d'acide formique. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide formique et l'eau. Quelle est la base conjuguée de cet acide ? Le pH de la solution est 2,7. Sachant que le pK_a du couple acide-base est 3,8. Calculer :
   a. Le rapport entre la concentration de la forme basique du couple et celle de la forme acide.
   b. Les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution
   c. La concentration molaire volumique de la solution d'acide méthanoïque.
2. On ajoute à la solution une masse m d'hydroxyde de sodium pur. On négligera la variation de volume. Ecrire l'équation de la réaction. Quelle doit être la valeur de m pour que le pH de cette nouvelle solution soit égal à 3,8 ? Quelle propriété remarquable cette solution possède-t-elle ?

Exercice 9

Trois solutions aqueuses ont un pH identique de valeur égale à 2,7.

- La première est une solution de concentration 0,005mol/l d'acide monochloro-éthanoïque.
- La seconde est une solution de concentration 0,25mol/l d'acide éthanoïque.
- La troisième est une solution de concentration 0,002mol/l d'acide chlorhydrique.

1. Calculer la concentration des ions H_3O^+ dans ces solutions. A partir de ce résultat, classer ces trois acides par force croissante en justifiant, le plus simplement possible cette classification.
2. Calculer le pK_A pour l'acide monochloroéthanoïque.

3. On rappelle que le pK_A pour l'acide éthanoïque a pour valeur 4,8. Le comparer à pK_A pour l'acide monochloro-éthanoïque. Ce résultat est-il en accord avec le classement établi à la première question ?
4. Ecrire la formule développée de l'acide monochloro-éthanoïque, et dire l'influence, sur ses propriétés acides, de la présence de l'atome de chlore dans la solution

Exercice 10

Soit le couple acide/base $CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$ dont le $pK_A = 2{,}9$.

1. Sur un axe gradué en pH, définir le domaine de prédominance de $CH_2ClCOOH$ et de CH_2ClCOO^- . Justifier la réponse. (Une espèce A est majoritaire sur une espèce B si $\frac{[A]}{[B]} > 10.$)
2. Une solution de concentration molaire C d'acide monochloroéthanoïque a un pH = 2,1.
   a. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques en solution.
   b. En déduire la concentration initiale de l'acide.
3. On veut préparer une solution de pH= 2,9 en ajoutant à 50ml d'une solution d'acide monochloroéthanoïque de concentration molaire $5.10^{-2}mol.l^{-1}$, X ml d'une solution de monochloroéthanoate de sodium $10^{-1}mol.l^{-1}$. Calculer X.

Exercice 11

1. Quelle masse d'éthanoate de sodium solide faut-il dissoudre dans de l'eau pure pour obtenir 1l de solution de concentration $10^{-1}mol.l^{-1}$?
2. La solution obtenue à un pH égal à 8,9 à 25°C. faire l'inventaire des espèces chimiques présentes et calculer leur concentration.
3. On mélange 10ml de la solution précédente avec 10ml d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $10^{-1}mol.l^{-1}$. Le pH de la solution ainsi obtenue est égal à 3. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes à l'équilibre et calculer leurs nouvelles concentrations.
4. Montrer que la variation de concentration des ions éthanoate ne peut être due à la seule dilution. Quelle est, dans ces conditions, la réaction qui peut justifier cette variation ? montrer que c'est une réaction acide/base.

Exercice 12

On dispose d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration $c=0{,}1mol.l^{-1}$. Son pH vaut 2,9 à 25°C.

a. En déduire :
- Les concentrations en ions OH^- et en ions H_3O^+
- Les concentrations en ions éthanoate et en molécules d'acide éthanoïque

b. On prélève 10 cm³ de la solution précédente et on la dilue à 1l. le pH prend la valeur 3,9. Vérifier que la concentration des ions H_3O^+ a été divisée par 10 alors que le volume a été multiplié par 100. Que peut-on en conclure ?

Exercice 13

L'ammoniac est une base faible. Quel est son acide conjugué ? On donne $C=1{,}00.10^{-2}mol.l^{-1}$.

a. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.
b. Recenser les espèces chimiques présentes en solution puis exprimer les concentrations molaires volumiques en fonction de $X = [OH^-]$.
c. Exprimer K_A en fonction de C, X et K_e et calculer X. En déduire la valeur des concentrations de toutes les espèces présentes.
d. Calculer α et le pH de la solution d'ammoniac. Données $pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9{,}2$; $pK_e = 14{,}0$

Exercice 14

1. Une solution d'acide méthanoïque de concentration molaire volumique $0{,}1 mol/l$ a un pH=2,4 à 25°. Calculer les molarités des différentes espèces chimiques présentes ; en déduire le pK_a du couple acide-base mis en jeu.
2. On prélève $10ml$ de la solution précédente et on verse une solution de soude de concentration molaire $5.10^{-2}mol.l^{-1}$. Ecrire la réaction acido-basique dans ce cas et calculer le volume V(en ml) de la solution de soude qu'il faut verser pour réaliser l'équivalence acido-basique. La solution est obtenue à l'équivalence est-elle acide ou basique ? Expliquer.
3. Quel volume de solution de soude de molarité $5.10^{-2}mol.l^{-1}$ faut-il verser dans 10ml de la solution d'acide méthanoïque de molarité $10^{-1}mol.l^{-1}$ pour avoir un $pH = pK_a$?

Bac D, Tchad 2007

Exercice 15

1. On mélange 20 cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,10mol/l et 40 cm^3 d'éthanoate de sodium de concentration $0,10 mol.l^{-1}$. Le pH du mélange obtenu est de 4,8.
   a. Calculer les concentrations molaires de diverses espèces présentes dans le mélange.
   b. Quel est le pK_A du couple acide éthanoïque ion éthanoate ?
2. On mélange maintenant 20 cm^3 de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,10 mol/l et 40 cm^3 de méthanoate de sodium de concentration molaire C. Le pH du mélange obtenu est de 4,8. Sachant que le pK_Adu couple acide méthanoïque ion méthanoate est 3,8. Calculer C.

Exercice 16

a) Quelle masse m d'acide benzoïque doit-on dissoudre dans de l'eau distillée pour obtenir $v=200cm^3$ d'une solution de concentration $C_1=1,0.10^{-1}mol.l^{-1}$ en acide benzoïque ?
b) Le pH de cette solution étant de 2,6, calculer les concentrations des différentes espèces en solution.
c) L'acide benzoïque est-il un acide entièrement dissocié ou un acide faible ? Justifier
d) On prélève $V_1=10,0cm^3$ de cette solution et on lui ajoute $V_2=5,0cm^3$ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2=1,0.10^{-1}mol.l^{-1}$. Le pH du mélange obtenu est 4,2. Calculer les concentrations des différentes espèces en solution.

Exercice 17

Toutes les solutions sont supposées à la température de 25° C.

1. Une solution S_1 d'hydroxyde de sodium (soude) a un pH=12,0. Calculer la concentration molaire de différentes espèces en solution.
2. Une solution S_1 de chlorure d'ammonium a un pH=5,6 pour une concentration molaire $C=1,0.10^{-2}mol.l^{-1}$.
   a. Préciser les couples acide-base en équilibre dans cette solution.
   b. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques en solution.
   c. Déterminer le pK_A du couple dont l'acide est l'ion ammonium
3. On suppose d'une solution S_1 d'ammoniac de concentration molaire $C'=1,0.10^{-1}$ mol/l. Quel volume de cette solution faut-il ajouter à $20,0cm^3$ de la solution S_2 de chlorure d'ammonium pour obtenir une solution de pH=9,2 ?

Bac D, Tchad 2002

Exercice 18

1) Une solution d'acide benzoïque decimolaire a un pH=2,6. Toutes les expériences se font à 25°C. $Ke=10^{-14}$ et $pKa(NH_4^+/NH_3)=9,2$
   a. Déterminer la masse d'acide benzoïque que l'on dit dissoudre dans l'eau pure pour obtenir $Va=200cm^3$ d'une solution de decimolaire.
   b. L'acide benzoïque est-il un acide fort ou un acide faible ? Justifier votre réponse.
   c. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
   d. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques dans la solution.
   e. En déduire le coefficient de dissociation α de l'acide dans l'eau et conclure.
   f. Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide-base et calculer sa valeur ainsi que son pK_a.
   g. Comparer la force de cet acide avec celui du couple NH_4^+/NH_3. Justifier.
2) Sur l'étiquette d'une bouteille de soda on peut lire entre autre, conservateur benzoate de sodium (C_6H_5COONa). Les mesures effectués sur la solution contenue dans cette bouteille donne pH=8 et $C_b=6,3.10^{-3}mol.l^{-1}$.
   a. Ecrire les équations bilans des réactions qui ont lieu.
   b. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques dans la solution.
   c. Retrouver la valeur de pK_a calculée à la question 1.f).

Exercice 22

Toutes les solutions sont à la température de 25°C

1. (a) Quelle masse de cristaux de chlorure d'ammonium NH_4Cl faut-il dissoudre pour obtenir 500cm³ de solution aqueuse de concentration $C = 0,100 mol/l$.
   (b) la mesure du pH de la solution précédente donne 5,1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui s'est produite lors de la dissolution des cristaux et justifie le pH acide mesuré. Déterminer les concentrations molaires des différentes espèces en solution.
2. (a) On place dans la solution un bécher, un volume V=20cm³ de solution de chlorure d'ammonium de concentration $C = 0,100 mol/l$. Quelle est la quantité d'ions d'ammonium présents dans ce bécher ?
   (b) On place dans un bécher un volume V'=5,0cm³ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration C'=0,200mol/l. Evaluer la quantité d'ions OH^- présents dans ce bécher.
   (c) On mélange le contenu des deux béchers précédents. La mesure du pH du mélange donne 9,2. Déterminer la quantité d'ions NH_4^+ et OH^- dans le mélange. En déduire qu'une réaction a eu lieu lors du mélange. Ecrire l'équation-bilan. Cette réaction est-elle partielle ou pratiquement totale ?

Bac C/E, Tchad 2003

Exercice 23

Un volume V=100cm³ d'acide chlorhydrique à $5.10^{-2}mol.l^{-1}$ est obtenu en dissolvant un volume V_0 de chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau. La dissolution se fait sans variation de volume.

1. Calculer le volume V_0 de gaz de chlorure d'hydrogène utilisé (volume molaire 22,4l/mol dans les conditions de l'expérience).
2. L'acide chlorhydrique ainsi préparé est ajouté progressivement à 20cm³ d'une solution d'hydroxyde de sodium. On constate que l'équivalence acido-basique est atteinte pour un volume V_a d'acide versé égal à 40cm³.
   (a) Que représente l'équivalence acido-basique ?
   (b) Expliquer, en quelques lignes, de façon dont il faut procéder pour le dosage. Représenter le dispositif nécessaire.
   (c) Calculer la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium.
3. Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il dissoudre dans l'eau pour obtenir V'=1litre de solution ayant cette concentration ?

Exercice 24

1. Quel volume de soude à 0,1mol/l faut-il ajouté à 250cm³ d'acide éthanoïque à $0,1 mol/l$ pour obtenir une solution de pH=5,4 ? Le pk_a de l'acide éthanoïque est égal à 4,7.
2. Calculer les concentrations des espèces CH_3COOH et CH_3COO^- dans le mélange.
3. On désire maintenant préparer une solution de pH=5,4 en mélangeant 10cm³ d'acide éthanoïque à $0,1 mol/l$ et V'cm³ d'éthanoate de sodium à $0,1 mol/l$. Calculer V'.

Exercice 25

Toutes les solutions sont à 25°C.

1. On dissout 3g d'acide acétique dans l'eau pour obtenir un litre de solution S_1 dont le pH=3,05.
   a. Calculer la concentration volumique C_1 de S_1
   b. Calculer la concentration molaire volumique de toutes les espèces chimiques présentes en solution.
   c. Déterminer la valeur de la constante pK_a du couple CH_3COOH/CH_3COO^-
2. Une solution S_2 d'éthanoate de sodium de concentration $C_2 = 10^{-1} mol/l$ à un pH=8,9.
   a. Calculer les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces en solution.
   b. Vérifier la valeur du pK_a trouvé précédemment.
3. A 10cm³ de solution S_1, on ajoute V cm³ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,1mol/l. La solution S_3 ainsi obtenue à un pH = pK_a du couple CH_3COOH/CH_3COO^-.
   a. Calculer le volume V.
   b. Déterminer la concentration molaire volumique en acide éthanoïque et en ions éthanoates du mélange.

Exercice 19

On dose un volume $V_b = 20ml$ d'une solution aqueuse d'ammoniac à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 0,14 mol/l$. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant, ou V_a est le volume d'acide versé

V_a(ml)	0	6,0	10	12	14	14,2	14,4	14,5	14,8	15	15,2	15,6	16,0	18	20	30
pH	11,1	9,5	9	8,6	7,7	7	6,5	6 ,0	5	4,0	3,5	2,8	2,6	2,2	2	1,6

1. Ecrire l'équation de la réaction acido-basique.
2. Tracer la courbe de variation du pH de la solution en fonction de V_a, avec les échelles suivantes :

Echelle : 0.5cm pour $V_a = 1ml$ en abscisse et 1cm pour l'unité de pH en ordonnées.

3. Déduire de cette courbe :
   a. Les coordonnées du point d'équivalence
   b. La valeur du pK_a du couple acide/base conjuguée concerné.
   c. Calculer la concentration molaire C_b de la solution d'ammoniac.
4. Expliquer pourquoi la solution est acide à l'équivalence ? Quelle condition doit remplir l'indicateur coloré utilisé pour ce dosage ?

Exercice 20

On introduit 4,83g d'un monoacide carboxylique saturé dans l'eau pour obtenir 1 litre de solution. Dans un bécher contenant 30ml de cette solution on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_B = 0,1mol/l$. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau de mesures ci-dessus

V_B(ml)	0	5,0	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

1. Tracez la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume V_B de base versé.
   Echelle : 1cm pour 5ml d'hydroxyde de sodium versé et 1cm pour 1 unité pH.
2. Déduire graphiquement :
   a. Les coordonnées du point d'équivalence E.
   b. Le pK_a du couple acide/base correspondant à l'acide carboxylique considéré.
3. Calculer la concentration molaire volumique C_A de la solution aqueuse d'acide.
   En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide.
4. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on ajoute un volume $V_B = 28ml$ de solution d'hydroxyde de sodium.
5. On désir réaliser une solution tampon de pH=4 et de volume $V = 267ml$ à partir de l'acide considéré et de la solution de soude de concentration molaire volumique $C_B = 0,1mol/l$
   a. Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon.
   b. Proposer une méthode pour obtenir cette solution tampon.

Exercice 21

1. (a) Qu'appelle-t-on concentration massique, concentration molaire ?
   (b) Calculer la concentration molaire de l'acide benzoïque lorsqu'on dissout une masse m de $122g$ dans un litre d'eau.
2. Le pH de cette solution vaut 2,1. Montrer que cet acide est faible et calculer son pK_a.
3. On se propose de doser cette solution avec une solution d'hydroxyde de potassium.
   a. Faire un schéma du dispositif expérimental permettant de réaliser le dosage. Ce dernier permettra de tracer la courbe $pH = f(V)$ où V est le volume de l'hydroxyde de potassium versé.
   b. Donner l'allure de la courbe $pH = f(V)$ qu'on peut obtenir.
   c. Situer le pH au point d'équivalence par rapport au pH de l'eau pure et placer sur le graphe la valeur du pK_a du couple acide benzoïque/ ion benzoate.

Bac, D Niger 2014

Exercice 26

Toutes les solutions sont à la température de 25°C

4. (a) Quelle masse de cristaux de chlorure d'ammonium NH_4Cl faut-il dissoudre pour obtenir $500cm^3$ de solution aqueuse de concentration $C = 0,100 mol/l$.
   (b) la mesure du pH de la solution précédente donne 5,1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui s'est produite lors de la dissolution des cristaux et justifie le pH acide mesuré. Déterminer les concentrations molaires des différentes espèces en solution.
5. (a) On place dans la solution un bécher, un volume $V = 20cm^3$ de solution de chlorure d'ammonium de concentration $C = 0,100 mol/l$. Quelle est la quantité d'ions d'ammonium présents dans ce bécher ?
   (b) On place dans un bécher un volume $V' = 5,0cm^3$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration C'=0,200mol/l. Evaluer la quantité d'ions OH^- présents dans ce bécher.
   (c) On mélange le contenu des deux béchers précédents. La mesure du pH du mélange donne 9,2. Déterminer la quantité d'ions NH_4^+ et OH^- dans le mélange. En déduire qu'une réaction a eu lieu lors du mélange. Ecrire l'équation-bilan. Cette réaction est-elle partielle ou pratiquement totale ?

Bac, C/E Tchad 2003

Exercice 27

Une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire $C=4.10^{-2}mol.l^{-1}$ a un pH=10,9.

1. En déduire la valeur pK_a du couple ammonium/ammoniac.
2. Dans $20cm^3$ de cette solution, on verse X cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $3.10^{-2}mol.l^{-1}$. Ecrire l'équation de la réaction. Quel doit être la valeur de X pour obtenir une solution de pH=9,2 ? Quelle propriété possède la solution ainsi obtenue ?
3. On prend $20cm^3$ de la solution d'ammoniac. On y ajoute de la solution d'acide chlorhydrique de façon à obtenir l'équivalence. Comment le pH de la solution se situe-t-il par rapport à 7 ? Justifier votre réponse.

D'après Bac Série C/E Tchad 2013

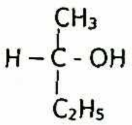
Chapitre 6 : NOTIONS DE STEREOCHIMIE

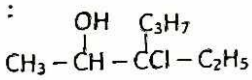
L'essentiel du cours

La stéréochimie est une partie de la chimie dont l'objet est d'étudier la disposition des atomes d'une molécule dans l'espace.
Dans ce chapitre la détermination du carbone asymétrique ; d'une molécule chirale et de ses énantiomères fera l'objet de notre étude.

1. Le carbone asymétrique

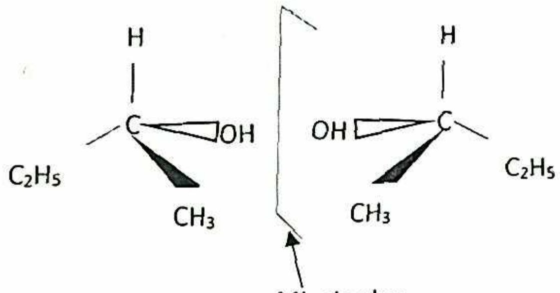
Un carbone asymétrique est un carbone tétraédrique qui est lié à quatre (4) atomes ou groupes d'atomes tous différents. Dans une molécule l'atome de carbone asymétrique est notifié par un astérisque(C^*).

Exemple : 

Une molécule peut porter plusieurs atomes de carbone asymétrique. Exemple : 

2. Chiralité d'une molécule

Une molécule est dite chirale lorsqu'elle n'est pas superposable à son image dans un miroir plan. La présence d'un atome asymétrique est la cause de la chiralité la plus fréquente en chimie. Une molécule qui n'est pas chirale est dite achirale. Deux objets peuvent aussi être chiraux : la paire de chaussures, les mains, la paire de gants,... sont chiraux.
Exemple des molécules chirales.

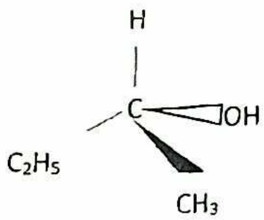
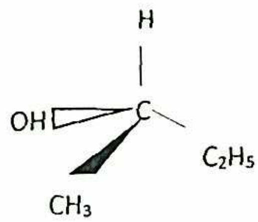


Miroir plan

3. Les énantiomères

Une molécule possédant un carbone asymétrique est chirale et admet deux stéréoisomères appelés **énantiomères**, images l'un de l'autre dans un miroir plan et non superposables. Deux stéréoisomères qui ne sont pas images l'un de l'autre dans un miroir plan sont des diastéréoisomères.
Exemples :

1. les stéréoisomèries Z et E sont des diastéréoisomères.

 et  :sont des énantiomères

4. Activité optique

Une molécule est optiquement active lorsqu'elle fait tourner le plan de polarisation de la lumière polarisée rectiligne. Les molécules des énantiomères sont optiquement actives.
Le pouvoir rotatoire d'une substance optiquement active représente l'angle α dont tourne le vecteur lumineux d'un faisceau de lumière polarisée.

Les propriétés fondamentales de deux énantiomères est qu'ils ont des pouvoirs rotatoires égaux en valeur absolue mais de signes opposés :

- Si $\alpha > 0$, la substance est dite **dextrogyre** et notée (D) ou (+) : elle fait tourner le plan de la lumière polarisée dans le sens des aiguilles d'une montre ;
- $\alpha < 0$,la substance est dite **lévogyre** et notée (L) ou (-) : elle fait tourner le plan de polarisation de la lumière polarisée dans le sens trigonométrique ;
- Si $\alpha = 0$, la solution est un mélange équimolaire de deux énantiomères. Cette solution ne présente pas d'activité optique : c'est un mélange **racémique**

Remarque : deux diastéréoisomères ont des propriétés physiques et chimiques différentes (t° d'ébullition et pouvoir rotatoire) différentes tandis que deux énantiomères ont mêmes propriétés physiques et chimiques.

Exercices

Exercice 1

1) Donner les formules développées des différents alcools de formule brute $C_4H_{10}O$, les nommer et indiquer à quelle classe d'alcool ils appartiennent.
2) L'un des alcools précédents possède un carbone asymétrique. Lequel ? Expliquer ce qu'est la chiralité.
3) Ce même alcool peut être préparé à partir d'un alcène.
   (a) Dire par quel type de réaction.
   (b) Quel doit être cet alcène pour que l'on obtienne uniquement l'alcool à carbone asymétrique ?
   (c) Ecrire l'équation correspondante.
4) L'alcool en question peut être oxydé à froid par l'ion dichromate.
   a. Quel corps dérivant de l'alcool obtient-on ?
   b. Comment pourrait-on caractériser ce dernier corps ?

Exercice 2

1. Quels sont les formules et les noms des alcènes isomères de formule brute C_4H_8 ? Certaines possèdent-ils des stéréo-isomères ?
2. Un alcène A, de formule brute C_4H_8 et ne possédant pas de stéréo-isomères, réagit avec l'eau en milieu acide pour donner entre autre, B, de formule brute $C_4H_{10}O$. Le composé B est oxydé par le dichromate de potassium en milieu sulfurique et conduit à un produit C qui donne un précipité jaune avec le DNPH et est sans action sur le réactif de Schiff. Donner les formules et les noms de composés A, B et C.

Exercice 3

La molécule de l'acide lactique du lait est un acide carboxylique de masse molaire $M=90{,}0 g.mol^{-1}$. Il contient en masse 40% de carbone, 53,3% d'oxygène et 6,7% d'hydrogène.

1) Donner sa formule semi-développée sachant que la molécule contient, en plus de la fonction carboxylique, une fonction alcool.
   Quel est son nom en nomenclature systématique ?
2) La molécule de l'acide lactique est-elle chirale ? si oui, donner les représentations en perspective des deux énantiomères.
3) La molécule de l'acide lactique du lait est racémique, celui extrait du suc musculaire est dextrogyre.
   a) Expliquer les termes racémique et dextrogyre.
   b) Quelle est l'action de l'acide lactique du lait sur la lumière polarisée ?

Exercice 4

Parmi les molécules suivantes, indiquer celles qui possèdent un ou plusieurs carbones asymétriques. Désigner ces atomes par un astérisque.

a) CH_3-CH_2-CH_2-OH
b) CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CHO
c) CH_3-CH=C(CH_3)-CHOH-CH_3
d) CH_3-CHCl-CH_2-COOH
e) CH_3-CHBr-CHOH-CH_3

Exercice 5

Soit le composé monochloré C_4H_9Cl. Ecrire la formule de tous les isomères correspondant à cette formule et indiquer leur nom.
Certains d'entre eux sont-ils chiraux ? Quel est le nombre total d'isomères.

Exercice 6

Un composé de formule $C_xH_yO_z$ contient 64,9% de carbone et 13,5% d'hydrogène.

1) Déterminer sa masse molaire sachant que z=1.
2) En déduire la formule brute de ce composé.

3) Donner les noms et les formules semi-développées des différents isomères.
4) Un des composés précédents est une molécule chirale.
   a) Lequel ? En quoi consiste la chiralité ? Quelle en est l'origine dans cette molécule ?
   b) Donner une représentation en perspective des deux énantiomères correspondants.

Exercice 7

Un alcool saturé A a pour formule brute $C_4H_{10}O$.

1) Quels sont les différents isomères de constitution possibles ?
   Les classer par type d'isomérie ; donner pour chacun les formules semi-développées correspondantes et les nommer.
2) nommer, en précisant le type d'isomérie qu'il présente, l'isomère A_1 qui possède un carbone asymétrique.

Exercice 8

1) Ecrire les différentes formules semi-développées du pentèn-2-ol et donner les noms des isomères de constitution correspondants.
2) On considère l'isomère qui présente l'isomérie Z/E. Combien de configurations peut prendre sa molécule ? Représenter les énantiomères de la configuration Z.

Exercice 9

Un composé organique A a pour formule R-CH-COOH ,où R est le groupe alkyle.
NH$_2$

1) Proposer une formule brute générale de ce composé en désignant par n le nombre d'atomes de carbone.
2) La masse molaire moléculaire de ce composé est $89 g.mol^{-1}$. Trouvez la formule semi-développée de ce composé.
3) Si l'on réalise une réaction de décarboxylation, on obtient un composé B. quelle est la formule semi-développée du composé B ?
4) Montrer que A, contrairement à B, possède deux configurations énantiomères que l'on représentera dans l'espace.
5) On désire préparer une solution contenante $10 g.L^{-1}$ du mélange racémique de A. préciser la concentration molaire volumique de chaque énantiomère dans cette solution.

Chapitre 6 : LES ALCOOLS-LES ALDEHYDES-LES CETONES

L'essentiel du cours

I. RAPPELS SUR LES COMPOSES ORGANIQUES

1. La masse molaire M d'un composé organique de masse m contenu dans une quantité de matière n est $M = \frac{m}{n}$
2. La masse molaire d'un composé organique de formule brute $C_xH_yO_z$ est
   $$M=12x+y+16z$$
3. La masse molaire d'un composé organique gazeux de densité d par rapport à l'air est : $M = 29d$
4. L'analyse d'un composé organique consiste à déterminer la composition centésimale c'est à dire le pourcentage massique de chaque élément contenu dans ce composé puis en déduire sa formule brute. Ainsi, le pourcentage massique des éléments Carbone C, Hydrogène H et Oxygène O contenu dans le composé $C_xH_yO_z$ est défini par l'une des relations suivantes :
   i. $\frac{M}{100} = \frac{12X}{\%C} = \frac{Y}{\%H} = \frac{16Z}{\%O}$ où M est la masse molaire du composé
   ii. $\frac{m}{100} = \frac{m_C}{\%C} = \frac{m_H}{\%H} = \frac{m_O}{\%O}$ où m est la masse de l'échantillon de ce composé, m_C, m_H et m_O les masses respectives des éléments Carbone, Hydrogène et Oxygène contenus dans le composé. $m_C = \frac{3}{11} m_{CO_2}$; $m_H = \frac{1}{9} m_{H_2O}$ et $m_O = m - (m_C + m_H)$.

II. LES ALCOOLS

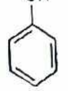
1. Définition.

Les alcools sont des composés organiques oxygénés constitués d'un groupement **hydroxyle –OH** lié à un atome de carbone tétragonal.Le groupe –OH est appelé **groupe caractéristique** ou **groupe fonctionnel** des alcools. L'atome de carbone portant le groupe -OH est appelé **carbone fonctionnel.**

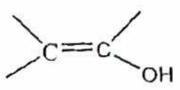
Remarque :

- Un groupe –OH fixé sur un atome de carbone ne donne pas nécessairement un alcool.

Exemple :



phénol



énol

- La formule statistique (formule brute) des alcools provient de celle des alcanes sur laquelle a été substitué un atome d'hydrogène par un groupement (-OH). Ainsi, la formule générale brute des alcanes étant C_nH_{2n+2}, celle des alcools est **C_nH_{2n+1}-OH** ou **$C_nH_{2n+2}O$**.

2. Nomenclature des alcools.

En nomenclature systématique, le nom d'un alcool est obtenu en remplaçant le « e » final du nom de l'alcane dont il dérive (même chaine carboné) par la terminaison **« ol »**. Le suffixe **« ol »** est généralement précédé d'un tiret et du numéro le plus petit possible du carbone fonctionnel.

3. Classe d'un alcool

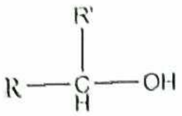
La classe d'un alcool dépend du nombre d'atomes de carbone lié au carbone fonctionnel (atome de carbone relié au groupe –OH).

- ✓ Si cet atome de carbone fonctionnel est relié à un seul atome de carbone, l'alcool est dit alcool primaire ou de classe I.

La formule générale des alcools primaires est donc R-CH_2-OH, où R représente un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle.

- ✓ Si cet atome de carbone fonctionnel est relié à deux autres atomes de carbone, l'alcool est dit secondaire ou de classe II.

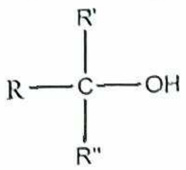
La formule générale des alcools secondaires est donc :



R et R' représentant les groupes alkyles.

- ✓ Si cet atome de carbone fonctionnel est relié à trois autres atomes de carbone, l'alcool est dit tertiaire ou de classe III.

La formule générale des alcools tertiaires est donc :



R, R' et R'' représentant les groupes alkyles.

Remarque : dans le cas du méthanol CH_3-OH, le carbone fonctionnel n'est lié à aucun autre atome de carbone, néanmoins, il constitue une exception classée dans le groupe des alcools primaires.

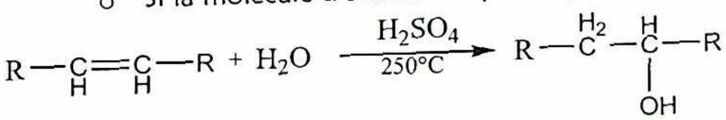
4. Préparation des alcools.

La préparation des alcools se fait par hydratation des alcènes ou par fermentation des glucides.

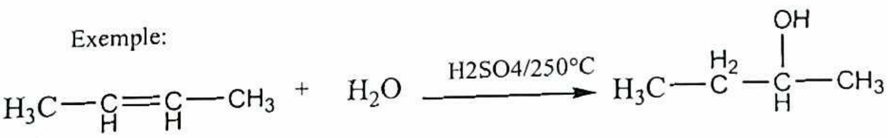
4.1. Hydratation des alcènes.

En présence d'acide sulfurique H_2SO_4 ou d'acide phosphorique H_3PO_4 à 250°C, les alcènes s'hydratent en alcools.

- o Si la molécule d'alcène est symétrique, on obtient un seul produit.

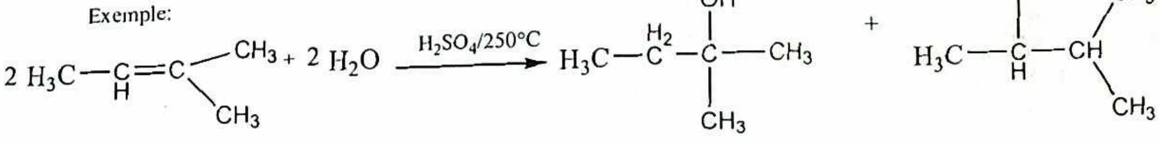


Exemple:



- o Si la molécule d'alcène est dissymétrique, on obtient deux produits dont le plus prépondérant est celui qui respecte la règle de Markovnikov : « lors de l'addition d'une molécule d'eau sur un alcène dissymétrique, l'atome d'hydrogène de la molécule d'eau se fixe préférentiellement sur le carbone le plus hydrogéné de la double liaison »

Exemple:



4.2. Fermentation des glucides : cas de l'éthanol.

L'éthanol peut être obtenu par fermentation des glucides tels que le glucose ou le fructose isomère du glucose de formule $C_6H_{12}O_6$. Le bilan de cette fermentation est :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$$

C'est une réaction enzymatique qui se déroule en l'absence de l'oxygène sous l'action d'enzymes contenues dans les microorganismes.

Remarque :

Tous les sucres ne sont pas fermentescibles, c'est le cas du saccharose issu de la canne à sucre de formule $C_{12}H_{22}O_{11}$ qu'il faut d'abord hydrolyser en glucose simple tel que :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow 2C_6H_{12}O_6$$

5. Propriétés physiques des alcools.

A température ordinaire et à pression normale, les alcools sont tous liquides ou solides. Ils sont de bons solvants pour les composés organiques. Les alcools sont volatiles et plus solubles dans l'eau que les alcanes correspondants. Les propriétés physiques d'un alcool varient en fonction de sa classe et de la nature de la chaine carbonée.

Exemple : La température d'ébullition d'un alcool décroit de l'alcool primaire à l'alcool tertiaire ou encore de l'alcool à chaine linéaire à l'alcool à chaine ramifié.

Exercice d'application : Écrire les formules semi-développées des alcools isomères de formule brute $C_4H_{10}O$ .les classer en alcool primaire, secondaire et tertiaire.

6. Propriétés chimiques des alcools.

6.1. Réduction des alcools par le sodium.

Dans un tube à essai contenant de l'éthanol, introduisons un morceau de sodium. Nous observons un dégagement de dihydrogène et la formation d'un produit qui reste partiellement dissous dans l'éthanol. Si l'on évapore l'excès d'alcool, on obtient un solide de couleur blanche appelé **éthanolate de sodium**. Les demi-équations et l'équation bilan de la réaction sont alors: Na^+/Na ; $C_2H_5OH/C_2H_5O^-$

$$Na \rightleftarrows Na^+ + e$$

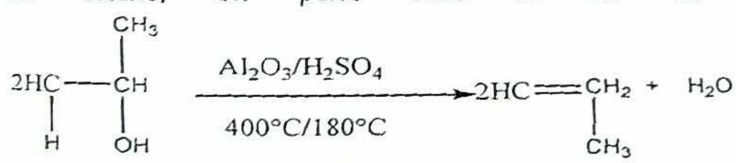
$$C_2H_5OH + e \rightleftarrows C_2H_5O^- + 1H_2/2$$

$$C_2H_5\text{-}OH + Na \longrightarrow C_2H_5O^- + Na^+ + 1H_2/2$$

6.2. Déshydratation des alcools.

Selon les conditions expérimentales, l'alcool se déshydrate pour former soit :

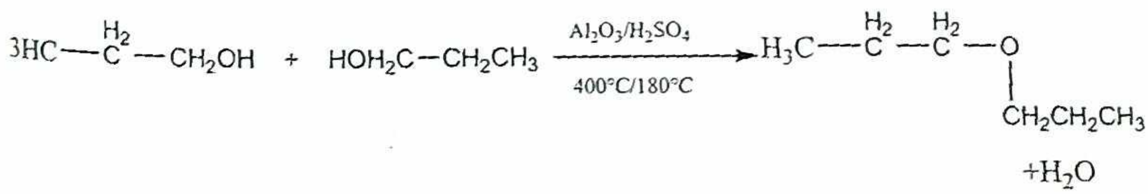
- Un alcène, on parle dans ce cas de **déshydratation intramoléculaire**



soit

- **Un éther oxyde,** on parle dans ce cas de **déshydratation intermoléculaire.**

oxyde de dipropyle



Les éther-oxydes de formule R-O-R' ou R et R' sont des groupes alkyles sont des isomères de fonction des alcools.

6.3. Oxydation des alcools.

Il existe deux types d'oxydations :

- **L'oxydation vive** encore appelée **combustion** au cours de laquelle il y' a destruction de la chaine carbonée des alcools et
- **L'oxydation ménagée** au cours de laquelle il n'y a pas destruction de la chaine carbonée.

6.3.1. Oxydation vive : La combustion

$$C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)\,H_2O$$

6.3.2. Oxydation ménagée.

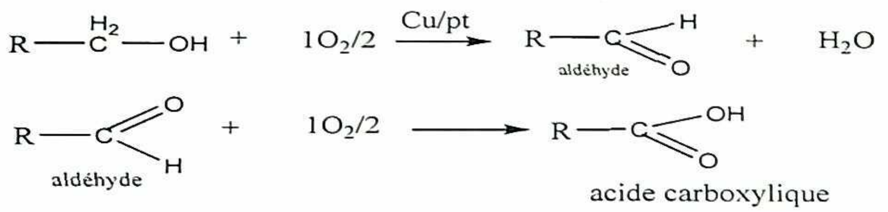
a) Oxydation catalytique à l'air.

Chauffons légèrement un bécher contenant un alcool, nous obtenons un mélange de vapeur d'alcool et d'air. Lorsqu'on introduit dans le bécher un fil de cuivre ou de platine préalablement chauffé, l'incandescence demeure. Il se produit dont une oxydation de l'alcool qui dégage de la chaleur. Les gaz résultant de cette oxydation sont soumis à plusieurs tests dont les résultats sont les suivants :

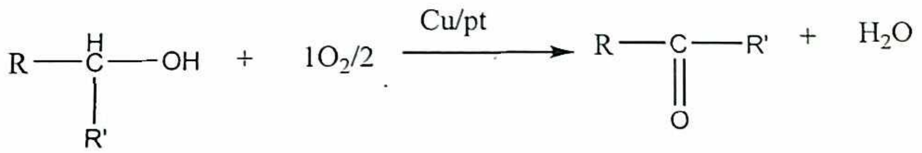
- Si l'alcool initial utilisé est un **alcool primaire**, le test à la 2,4-DNPH est positif, le test au réactif de Schiff est également positif et en fin un papier indicateur de pH humide vire au rouge.

Les deux premiers tests nous montre la présence d'un **aldéhyde** et le troisième celle d'un **acide carboxylique.**

Les équations des réactions qui ont lieu sont :



- Si l'alcool initialement utilisé est secondaire, seul le test à la 2,4-DNPH est positif. Nous pouvons donc conclure que le produit de la réaction est une cétone. L'équation bilan de la réaction est :



- Si l'alcool initialemer ... conclut alors que l'oxydation ménagée d... $C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

b) Oxydation ménagée par déshydrogénation catalytique.

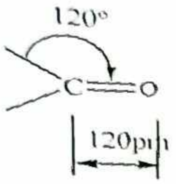
En faisant passer des vapeurs d'alcools sur du cuivre chauffé à 250°C, on obtient :

- pour un alcool primaire **uniquement un aldéhyde.**
- pour un alcool secondaire une **cétone.**
- Un alcool tertiaire **rien.**

Les équations bilans des deux premières réactions sont :

7. Les aldéhydes et les cétones.

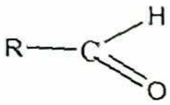
Les aldéhydes et les cétones sont des composés organiques oxygénés qui ont pour groupe caractéristique le groupe carbonyle.



Les aldéhydes et les cétones sont généralement appelés **dérivés carbonylés**. Leur formule brute est $C_nH_{2n}O$.

7.1. Les aldéhydes.

Dans les aldéhydes, l'atome de carbone fonctionnel est lié à un atome d'hydrogène. La formule générale des aldéhydes est donc :



où R représente un groupe alkyle ou un autre atome d'hydrogène.

➢ **Nomenclature des aldéhydes.**

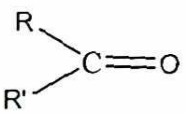
Le nom générique d'un aldéhyde est obtenu en remplaçant le « e » final du nom de l'alcane dont il dérive par la terminaison « **al** ».

NB : *Dans le cas des aldéhydes, le groupement fonctionnel sera toujours en bout de chaine. Son carbone fonctionnel portera toujours l'indice 1.*

A température ordinaire, excepté le méthanal, tous les aldéhydes sont des solides et des liquides. Les aldéhydes possèdent un nombre réduit de carbone, ils sont solubles dans l'eau.

7.2. les cétones.

Dans le cas des cétones, le groupe carbonyle est lié à deux autres atomes de carbone. Leur formule générale est :



R et R' pouvant etre des groupements alkyles

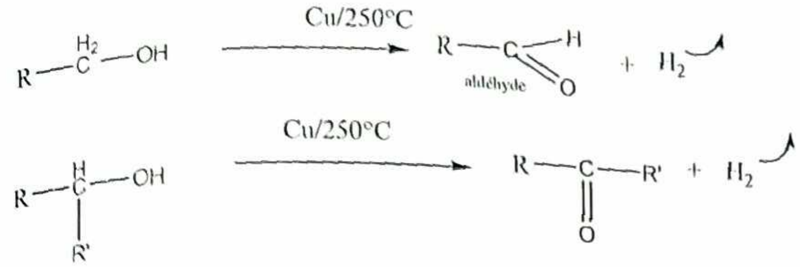
➢ **Nomenclature des cétones.**

Le nom d'une cétone s'obtient en remplaçant le « e » final de l'alcane dont il dérive par la terminaison « one ». Dans ce cas, le suffixe « one » sera généralement précédé d'un tiret et du numéro le plus petit possible du carbone fonctionnel.

7.3. Propriétés chimiques des aldéhydes et des cétones.

7.3.1 Propriétés communes aux aldéhydes et aux cétones.

La propriété ci-dessous est généralement utilisée pour caractériser les composés carbonylés : Les composés carbonylés donnent tous avec la 2,4-DNPH (dinitrophénylhydrazine) un composé jaune ou orangé. Ce composé est un solide cristallisé appelé 2,4-dinitrophénylhydrazone du composé carbonylé utilisé.



Par contre si nous faisons passer des vapeurs d'alcools sur du platine chauffé à 250°C nous obtenons :

- Un aldéhyde puis un acide carboxylique dans le cas d'un alcool primaire.
- Une cétone dans le cas d'un alcool secondaire.
- On n'obtient rien dans le cas d'un alcool tertiaire.

C) oxydation en solution aqueuse.

Généralement, cette oxydation ménagée s'effectue à l'aide des solutions aqueuse oxydantes tel que $KMnO_4$ et $K_2Cr_2O_7$.

Expérimentalement, deux cas sont à préciser :

- Si l'oxydant est en défaut :
  - L'alcool primaire s'oxyde en aldéhyde.
  - L'alcool secondaire s'oxyde en cétone.
  - L'alcool tertiaire ne s'oxyde pas.
- Si l'oxydant est en excès :
  - L'alcool primaire est oxydé totalement en acide carboxylique
  - L'alcool secondaire en cétone
  - L'alcool tertiaire ne s'oxyde pas.

L'oxydation permet de distinguer sans ambigüité les trois classes d'alcools.

<u>Exercice d'application</u> :

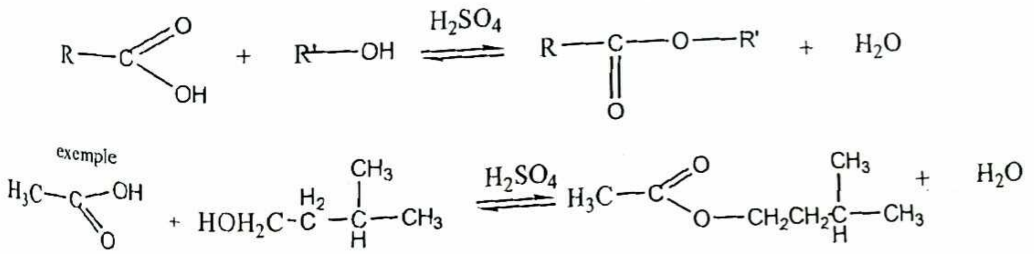
Écrire l'équation bilan de l'oxydation ménagée :

- du butan-1-ol par le permanganate de potassium (réactif en défaut)
- du 2-méthylpropan-1-ol par le dichromate de potassium (réactif en excès).

6.3.3. La réaction d'estérification.

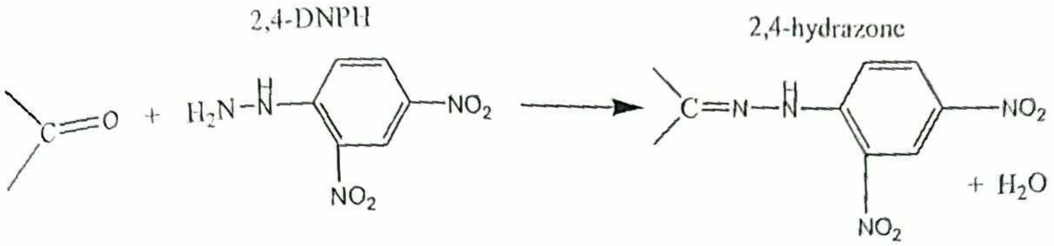
Une réaction d'estérification est une réaction entre un alcool et un acide carboxylique. Elle produit un ester et une molécule d'eau.

C'est une réaction **lente, réversible, athermique et limité**. L'équation bilan d'une telle réaction dans le cas général s'écrit :

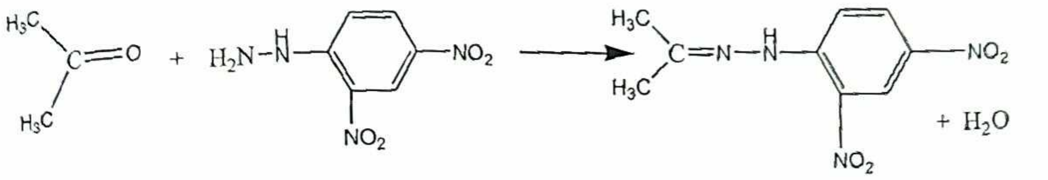


éthanoate de 3-méthylbuthyle

La réaction générale des composés carbonylés sur la 2,4-DNPH est :



Prenons le cas de la propanone, on a :



2,4-dinitrophénylhydrazone de propanone

En général, on dit que l'on obtient un test positif par action de la 2,4-DNPH sur les dérivés carbonylés.

7.3.2. <u>propriétés spécifiques aux aldéhydes.</u>

Contrairement aux cétones, les aldéhydes présentent un caractère réducteur. Ils peuvent alors être oxydés par certains oxydants doux tel que **la liqueur de Fehling, le réactif de shiff, le nitrate d'argent ammoniacal encore appelé réactif de tollens.**

- **Réaction avec la liqueur de Fehling.**

La liqueur de Fehling de couleur bleue foncée contient en solution aqueuse les ions cuivriques Cu^{2+}. En présence d'un aldéhyde et après passage du mélange sur une flamme douce, on observe la formation d'un précipité rouge brique appelé oxyde de cuivre I Cu_2O. Le nombre d'oxydation du cuivre passant de 2 à 1, on peut conclure que ce dernier est réduit par l'aldéhyde qui s'oxyde.

Les demi-équations électroniques sont dans le cas où l'aldéhyde utilisé est l'éthanal : Cu^{2+}/Cu_2O ; CH_3COOH/CH_3COH

$$2Cu^{2+} + H_2O + 2e \rightleftharpoons Cu2O + 2H^+$$

$$CH_3COH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + 2H^+ + 2e$$

$$2Cu^{2+} + CH_3COH + 2H_2O \rightleftharpoons Cu_2O + CH_3COOH + 4H^+$$

la réaction ayant lieu en milieu basique, on doit avoir les ions ^-OH et sachant que

$H^+ + {}^-OH \longrightarrow H_2O$, on peut ajouter $4{}^-OH$ dans chaque membre de l'équation bilan on a alors

$2Cu^{2+} + CH_3COH + 2H_2O + 4{}^-OH \longrightarrow Cu_2O + CH_3COOH + 4H^+ + 4{}^-OH$ soit alors

$$2Cu^{2+} + CH_3COH + 4{}^-OH \longrightarrow Cu_2O + CH_3COOH + 2H_2O$$

NB :

Cette réaction n'est pas possible avec les cétones.

- Réaction avec le réactif de Tollens.

Le réactif de Tollens encore appelé nitrate d'argent ammoniacal est un liquide incolore contenant les ions diamine argent I de formule $[Ag(NH3)_2]^+$.

Lorsque l'on chauffe au bain marie à 80°C dans un ballon, un mélange de nitrate d'argent ammoniacal et d'éthanal, on obtient après agitation un dépôt d'argent qui adhère sur le verre formant ainsi un miroir d'argent.

NB : Cette réaction n'a pas lieu avec les cétones.

- Action avec le réactif de schiff

Le réactif de schiff encore appelé **fuchsine** est un colorant rose décoloré par le SO_2. Le réactif de schiff donne avec un aldéhyde à froid un composé rose violacé.

En général, les cétones ne réagissent pas avec le réactif de schiff

Tableau récapitulatif

Réactif	expérience	Résultat du test	
		cétone	aldéhyde
DNPH	- Préparer deux tubes à essai contenant respectivement environ 1ml de DNPH - Ajouter dans le premier tube quelques gouttes de la solution d'éthanal - Ajouter dans le second tube quelques gouttes de propanone - observer	Précipité jaune orangé	Précipité jaune orangé
Réactif de schiff	- préparer deux tubes à essai contenant respectivement environ 1ml de réactif de schiff - Ajouter dans le premier tube quelques gouttes de la solution d'éthanal - Ajouter dans le second tube quelques gouttes de propanone - observer	rien	La solution devient rose violacée
Liqueur de fehling	- dans un tube à essai, versons environ 2ml de liqueur de fehling ; ajouter environ 1ml de la solution d'éthanal - tièdir légèrement à la flamme du bec bensen en maintenant le tube avec une pince en bois. - Observer	rien	Formation d'un précipité rouge brique
Réactif de tollens	Ajouter environ 1ml de la solution d'éthanal dans le tube contenant le réactif de Tollens	rien	Dépôt d'argent sur les parois du tube : miroir d'argent

Remarque : la DNPH (dinitrophénylhydrazine) ne permet pas d'identifier une cétone d'un aldéhyde mais elle met en évidence la présence du groupe carbonylé.

Exercices

Exercice 1

1) L'alcène $R - CH = CH_2$ est hydraté en présence de l'acide sulfurique. Quels sont les deux composés successibles d'être obtenus ?
2) Pratiquement, on considère qu'un seul composé se forme. Soit A ce composé. On fait réagir 20 g de A dans une solution de dichromate de potassium et d'acide sulfurique. Le composé B obtenu de masse molaire M = 58g/mol donne un précipité avec la DNPH mais ne réduit pas la liqueur de Fehling. En déduire la nature de B et de A. Ecrire leurs formules et donner leur nom.
3) Ecrire l'équation de la réaction entre le composé A et l'ion dichromate.
4) Quel volume minimal de solution de dichromate de potassium de concentration C = 1 mol/l faut-il utiliser pour que la totalité du composé A soit oxydée ?

Bac D, Tchad 2011

Exercice 2

Un composé de formule $C_xH_yO_z$ contient 64,9% de carbone et 13,5% d'hydrogène. Sa masse moléculaire est M=74g/mol.

1) Déterminer la formule brute de ce composé.
2) Donner les noms et les formules semi-développées des différents isomères.
3) Une des molécules précédentes est une molécule chirale.

   (a) Laquelle ? En quoi consiste la chiralité ? Quelle en est l'origine dans cette molécule ?
   (b) Donner la représentation en perspective des deux énantiomères correspondants.

Bac D, Tchad 2019

Exercice 3

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad CH_2OH \\ \text{Soit l'alcool de formule : } CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3 \end{array}$$

1. Donner le nom de cet alcool et préciser sa classe.
2. Indiquer le nom de l'alcane ayant le même squelette carboné.
3. Donner le nom et la formule du premier produit, appelé A, obtenu par oxydation ménagée de cet alcool.
4. Indiquer dans la liste suivante le ou les réactifs qui permettent de caractériser :
   - Solution aqueuse de chlorure d'ammonium.
   - Liqueur de Fehling.
   - Ion diamine argent I ou réactif de Tollens.
   - Hélianthine.
   - Sulfate de cuivre

Bac C/E, Tchad 2010

Exercice 4

Un alcool A a pour formule $R_1\text{-}\underset{}{\overset{R}{CH}}\text{-}CH_2OH$ où R et R_1 sont des groupes alkyles, R ayant plus d'atomes de carbone que R_1.

1) Quelle est la classe de cet alcool ?
2) On effectue une oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide.
   a) Ecrire les demi-équations électroniques et équation-bilan sachant que l'oxydant est en défaut.
   b) Que se passera-t-il si la solution oxydante est en excès ? écrire l'équation-bilan de la réaction.
3) Pour déterminer la formule exacte de A, on effectue l'oxydation de 15g de A avec un excès de la solution oxydante. On obtient un composé B. ce composé est traité par une solution

d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b=2mol/l$. l'équivalence acido-basique est obtenue lorsque l'on a versé un volume $V_b=85,2ml$ de solution basique.

a) Quelle est la masse molaire de A ?

b) En déduire sa formule semi-développée et son nom.

Exercice 5

La vapeur d'un composé A a pour densité par rapport à l'air d=2,07. Ce composé est constitué de 60% de carbone, 13,3% d'hydrogène et 26,7% d'oxygène.

1) Trouver la formule brute de A.
2) Nommer chacun des isomères.
3) L'oxydation ménagée de A donne un composé B n'ayant pas des propriétés réductrices. Déterminer A et B et nommer B
4) On réalise un mélange de A et d'acide éthanoique auquel on ajoute deux gouttes d'acide sulfurique. La masse de ce mélange est de 20g. il est placé dans une enceinte où règne une température constante de 100°C.
   a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu et en préciser les caractères. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? nommer le composé obtenu.
   b) Calculer le nombre initial de moles de chaque réactif sachant qu'on a obtenu 10,2g d'ester et que le pourcentage d'acide estérifié est de 60%.

Exercice 6

Par hydratation d'un alcène de formule C_4H_8 on obtient un mélange de deux corps A et B de même formule brute comprenant chacun quatre atomes de carbone, que l'on sépare :

- A peut-être oxydé en un corps C qui donne un composé solide jaune avec la 2,4-DNPH.
- B ne peut être oxydé sans rupture de la chaine carbonée.

1) Donner la fonction, la formule développée et le nom de B.
2) Donner la formule développée et le nom de l'alcène.
3) Donner la fonction, la formule développée et le nom de A et de C.
4) Quels sont la fonction, la formule développée et le nom du corps D que l'on obtient par oxydation ménagée de C ?

Exercice 7

Un corps A contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène est oxydé totalement à l'air. 3,70g de A produisant 8,80g de dioxyde de carbone et 4,50g d'eau.

1. Déterminer le pourcentage de chacun des éléments dans ce composé.
2. La densité de vapeur par rapport à l'air du corps A est 2,55. Déterminer la formule moléculaire. Ecrire les formules développées des différents isomères possibles pour ce composé et les nommer.
3. Ce corps A réagi avec un acide, donne un ester et par oxydation ménagée, donne un aldéhyde, puis un acide. Quelle (s) formule (s) développées peut-on attribuer à ce corps ?

Exercice 8

1) La densité de vapeur d'un alcool secondaire saturé est de 2,52. Donner la formule et le nom de cet alcool. Quels sont les isomères de cet alcool ?
2) On réalise la combustion complète d'un alcool saturé secondaire. A partir de 12g d'alcool on obtient 13,44l de dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Quel est l'alcool de départ ?

Exercice 9

1. La combustion complète de 0,37g de deux alcools aliphatiques saturés isomères A_1 et A_2 nécessite un volume$V = 0,72l$ de dioxygène. Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire est égal à $24l.mol^{-1}$
   a. Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète d'un alcool
   b. Déterminer la formule brute des deux alcools A_1 et A_2
2. On réalise l'oxydation ménagée de ces deux alcools par une solution de dichromate de potassium acidifiée.
   - ✓ A_1 ne donne rien
   - ✓ A_2 donne un composé B_2
   - ✓ B_2 donne un test positif avec la D.N.P.H et un test négatif avec le réactif de Schiff.

   a. Préciser en le justifiant la classe de chacun des alcools A_1 et A_2
   b. Donner la formule semi-développée et le nom de B_2
   c. Donner la formule semi-développée et le nom de A_1 et A_2

3. On réalise la déshydratation intramoléculaire de A_1 en présence de l'acide sulfurique. On obtient un composé organique C_1
   a. Ecrire l'équation de la réaction en utilisant les formules semi-développées.
   b. Préciser le nom de C_1
4. Ecrire l'équation d'oxydation ménagée de A_2 avec l'ion dichromate

Exercice 10

1. Un composé D de formule générale $C_xH_yO_z$, de masse molaire M=72g/mol. La combustion complète de 7,2g de D donne 17,6g de dioxyde de carbone et 7,2g d'eau.
   a. En déduire la formule brute de D.
   b. Ecrire les formules semi-développées correspondantes et les nommer.
   c. Sachant que D donne un précipité jaune avec le DNPH et sans action sur la liqueur de Fehling. Déterminer D.
2. L'hydratation en présence de sel mercurique de 1,8g d'un alcyne A produit 2,61g d'un composé oxygéné B.
   a. Ecrire l'équation bilan de cette réaction.
   b. Déterminer la formule brute de B.
   c. Indiquer les différentes formules semi-développées possibles de B en précisant leur fonction chimique.
   d. Le composé B réagit avec 2,4-DNPH mais et sans action sur le réactif de Schiff.
      - En déduire, en le justifiant, la formule semi-développée de B et son nom.
      - Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcyne A.

Exercice 11

L'hydratation d'une masse $m_1 = 4g$ d'un alcène A conduit à un mélange de deux composés organiques B et C de masse $m_2 = 5,03g$. On rappelle les masses atomiques : M(C)=12 ; M(H)=1 et M(O)=16 en g/mol.

1) Quelles sont les fonctions chimiques de 2 composés B et C ? déterminer les formules brutes de A, B et C.
2) Les composés B et C peuvent être séparés par des méthodes physiques. Des tests d'oxydation ménagés sont alors effectués et montrent que B n'est pas oxydable alors que C l'est.
   a. Quelle propriété possède la chaine carbonée de B ? Montrer que seul deux alcènes sont envisageables pour A.
   b. Parmi les produits d'oxydation de C, l'un donne un précipité jaune à la Dinitro-2,5 Fehling Hydrazine (DNPH) et réagit à la liqueur de Fehling. En déduire la fonction chimique de C et donner les noms et formules semi-développées des composés A, B et C, ainsi celle des produits d'oxydation de C.

Exercice 12

1) Un composé organique A de masse molaire 88g.mol^{-1} contient en masse environ 68,2% de carbone ; 13,6% d'hydrogène ; 18,2% d'oxygène.
   a) Déterminer les masses approximatives de carbone, hydrogène, oxygène contenues dans une mole du composé A.
   b) En déduire la formule brute du composé A
2) Le composé A est un alcool à chaine ramifiée. Montrer qu'il existe cinq formules développées possibles pour A(on les nommera).
3) On fait subir à A une oxydation ménagée qui conduit à un composé B. B réagit sur la dinitro-2,4phénylhydrazine pour donner un précipité jaune de dinitro-2,4phenylhydrazone. Pourquoi cette seule expérience ne permet-elle pas de déterminer sans ambiguïté la formule développée de A ?
4) Le composé B ne réagit pas sur la liqueur de Fehling. Montrer que cette constatation permet de lever l'ambiguïté précédente.
   Donner les formules développées des corps A et B.

Exercice 13

Soit un corps A de formule brute $C_nH_{2n}O$.

1) L'oxydation complète de 1g de A donne 2,45g de dioxyde de carbone. Déterminer n.
2) Avec la D.N.P.H. A donne un précipité jaune. Quelles sont les hypothèses sur la nature de A ?

3) Le composé A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal. Conclusion.
4) En milieu acide, A est oxydé par le permanganate de potassium et donne l'acide 2-méthylpropanoique. En déduire la nature et la formule développée du corps A ; quel est son nom ?

Exercice 14

L'analyse d'un composé organique A qui ne renferme que les éléments C, H, O fournit les pourcentages suivants : carbone 68,18% ; hydrogène 13,64%.

a) Déterminer la formule brute et la masse molaire de A sachant que sa molécule ne contient qu'un seul atome d'oxygène.
b) Ecrire les formules semi-développées de tous les isomères de A.
   - Certains de ceux-ci sont des alcools. Lesquels ? donner pour chacun d'eux son nom et la classe à laquelle il appartient.
   - A quel groupe fonctionnel de composés les autres isomères appartiennent-ils ? donner leur nom.

Exercice 15

L'analyse eudiométrique d'un composé oxygéné de A de formule $C_xH_yO_z$ a donné les résultats suivants : lorsqu'on brule une masse m=1,76g de A on obtient 4,4g de dioxyde de carbone et 2,16g d'eau.

1. Déterminer la composition centésimale massique de A.
2. La masse moléculaire de A est de 88g/mol ; Quelle est sa formule brute ?
3. Le composé A est un alcool à chaine saturé et ramifié. Montrer qu'il existe cinq formules développées possibles pour A. On nommera les différents isomères ainsi trouvés.
4. On fait subir à A une oxydation ménagée qui conduit à un corps B qui réagit sur la D.N.P.H. pour donner un précipité jaune. Cette seule expérience suffit-elle à déterminer la formule semi-développée de A ? Justifier votre réponse.
5. Le composé B ne réagit pas sur la Liqueur de Fehling. Cette constatation permet-elle de lever l'ambiguïté de la question 4 ? Si oui, donner les formules semi-développées des corps A et B.
6. Ecrire l'équation de l'oxydation de A par dichromate de potassium en milieu acide. $Cr_2O_7^{2-}$/ Cr^{3+}.

Exercice 16

Un alcène présentant deux stéréo-isomères A et A' conduit par hydratation à un seul composé oxygéné B renfermant 21,6 % (en masse) d'oxygène.

1) Déterminer la formule brute de B. Ecrire toutes les formules développées correspondantes à cette formule brute.
2) Deux formules seulement répondent aux diverses données de l'énoncé ; lesquelles ? Justifier.
3) Quelle relation d'isomérie existe-t-il entre les deux composés retenus ?
4) Nommer les stéréo-isomères A et A'.
5) Quel autre alcène conduit par hydratation principalement au même composé B ?

Exercice 17

On place 1,80g d'un alcool A, à chaine saturée non cyclique, dans un tube à essais avec un excès de sodium métal. Un gaz se dégage que l'on recueille. Son volume, mesuré dans les conditions normales de température et de pression, vaut V=336ml.

a) Quelle est la nature de ce gaz ?
b) En déduire la valeur de la masse molaire de l'alcool A et sa formule brute.
c) Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool A sachant que ce dernier se forme de façon majoritaire au cours de l'addition d'eau sur le propène en milieu sulfurique.

Exercice 18

a) Ecrire la formule semi-développée du méthyl-2 butène-2. Y a-t-il possibilité d'isomères Z et E pour ce corps ?
b) L'alcène précédent est hydraté en présence d'acide sulfurique. On obtient deux alcools A et B que l'on sépare. A est un alcool secondaire, B est un alcool tertiaire.
   - Ecrire les formules semi-développées de A et B et préciser leurs noms.

Chapitre 7 : LES ACIDES CARBOXYLIQUES ET LEURS DERIVES

L'essentiel du cours

I. Les acides carboxyliques

1. Définition et structure du groupe carboxyle

Un acide carboxylique est un composé organique dont la molécule renferme le groupe fonctionnel –COOH appelé groupe carboxyle. La formule générale des acides carboxyliques est donc R-COOH.
Le groupe carboné R peut être :

- Un atome d'hydrogène, c'est le cas de l'acide méthanoïque **H–COOH** ;
- Un groupe alkyle : l'acide correspondant est dit saturé ;
- Une chaine carbonée insaturée : l'acide est dit insaturé ;
- Un groupement aryle : l'acide est dit aromatique.

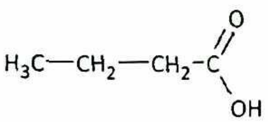
Dans la structure géométrique du groupe carboxyle, l'atome de carbone fonctionnel est trigonal. Tous les atomes du groupe carboxyle sont dans le même plan.
Certains composés peuvent présenter plusieurs groupes carboxyles : ce sont des **polyacides.**

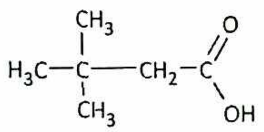
Exemples :

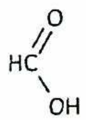
- L'acide éthane dioïque ou acide oxalique : HOOC–**COOH** ;
- L'acide hexane dioïque ou acide adipique : **HOOC– $(CH_2)_4$–COOH**

2. Nomenclature

Le nom d'un acide carboxylique s'obtient en remplaçant le « e » final du nom de l'alcane correspondant par la terminaison « oique », l'ensemble précédé du mot « acide ». La chaine est numérotée de sorte que le carbone du groupe fonctionnel ait l'indice 1.


acide butanoïque


acide 3,3-dimethylbutanoïque

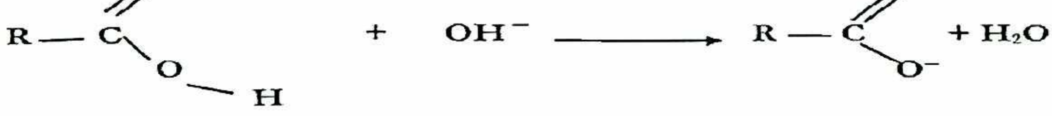

acide méthanoïque
ou acide formique

3. Propriétés physiques

A la température ordinaire, ls monoacides carboxyliques saturés sont liquides, d'odeur désagréable, lorsqu'ils comportent moins de neuf (9) atomes de carbone. Ils sont solides et presque inodores lorsque leur chaîne est plus importante. Leurs températures de fusion et d'ébullition relativement élevées, ainsi que la solubilité dans l'eau des premiers d'entre eux , sont dues, comme pour les alcools, à l'existence de liaison hydrogène.

4. propriétés chimiques

Les solutions aqueuses d'acides carboxyliques sont acides (PH < 7 à 25°C). Elles peuvent être dosées par des solutions aqueuses d'hydroxyde de sodium grâce à la réaction de dosage, d'équation :


Acide carboxylique ion hydroxyde   ion carboxylate

Les acides carboxyliques sont des acides faibles et s'ionisent partiellement dans l'eau. Par chauffage, certains d'entre eux perdre une molécule de dioxyde de carbone : c'est la décarboxylation.

- Quel est, de A et B, le composé obtenu majoritairement ?

Exercice 19

On fait réagir du dichlore sur du propane. Au cours de la réaction, il apparait deux isomères monosubstitués.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction ainsi que les formules semi-développées de ces deux isomères. Donner leur nom systématique.
2) On sépare, par une méthode appropriée, l'isomère le plus abondant noté B_1. B_1 réagit avec la soude par substitution d'un groupement OH à l'atome de chlore : on obtient du chlorure de sodium et un alcool B_2. Par oxydation ménagée, B_2 donne un composé B_3 qui réagit avec le réactif de Schiff.
   Ecrire les formules semi-développées des composés B_3, B_2 et B_1 en justifiant le choix des formules retenues.
3) L'oxydation de B_3 donne un acide carboxylique B_4. Ecrire la formule développée de B_4.

Exercice 20

On introduit 2,2g d'un alcool absolu A, à chaine carbonée saturée non cyclique, dans un tube à essai avec un excès de sodium pur.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction.
2) Dans les conditions de l'expérience, on a recueilli 360ml de gaz au cours de la réaction.
   a) Calculer la masse molaire de l'alcool et donner sa formule brute.
   b) Donner les formules semi-développées des isomères possibles de cet alcool.
   c) Indiquer, en justifiant, les isomères qui présentent une activité optique. Donner pour les stéréo-isomères correspondant une représentation qui les différencie.
3) L'oxydation ménagée de l'alcool a conduit à un corps B qui réagit avec la 2,4-DNPH et avec le nitrate d'argent ammoniacal. Sachant que l'alcool a une chaine carbonée ramifiée, préciser sa formule semi-développée et donner son nom.

Exercice 21

11,5g d'éthanol, corps A, sont traités par un excès d'ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ en présence d'ions H_3O^+. On obtient un mélange de deux corps B et C : B fait rosir le réactif de Schiff et C est un acide carboxylique.

1) Ecrire et équilibrer les équations des réactions permettant de passer de A à B, puis de B à C.

On obtient 9g du corps C. calculer la masse de B restant dans le mélange sachant que tout l'éthanol a réagi

Exercice 22

1) Qu'appelle-t-on isomère ? montrer qu'à la formule brute C_2H_6O correspondent deux isomères ; les nommer.
2) Décrire une expérience permettant de mettre en évidence l'existence d'un hydrogène mobile dans l'éthanol. Ecrire l'équation de la réaction correspondante.

Application numérique :

On fait agir 4,6g de sodium anhydre sur de l'alcool absolu en excès. Quel volume d'hydrogène recueille-t-on dans les conditions normales de température et de pression sur la cuve à eau ?

3) L'action du chlore sur le benzène peut, suivant les conditions expérimentales conduire à trois(3) types de réaction :
   - Oxydation de la molécule
   - Addition sur la molécule
   - Substitution sur la molécule

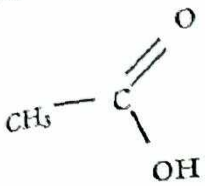
Dans chacun des cas, préciser les conditions expérimentales et écrire l'équation bilan de la réaction. On nommera les produits formés et donnera leurs formules développées. Les modifications de structure seront signalées.

II. LES DERIVES DES ACIDES CARBOXYLIQUES

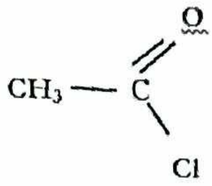
1. Le chlorure d'acyle

1.1. Nomenclature

Le nom d'un chlorure d'acyle est obtenu à partir du nom de l'acide correspondant en remplaçant « acide » par « chlorure » et la terminaison « oïque » par la terminaison « oyle ».



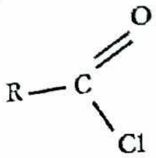
Acide éthanoïque



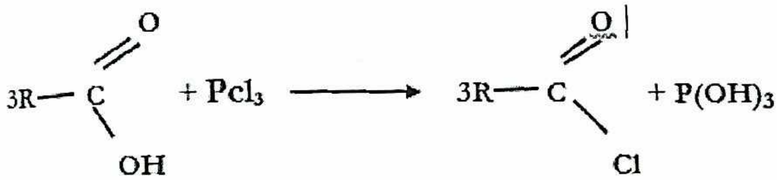
Chlorure d'éthanoyle

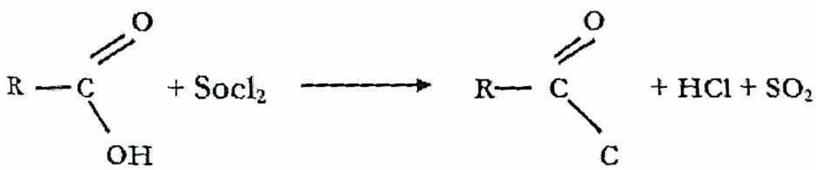
1.2. Synthèse des chlorures d'acyle.

Par action du trichlorure de phosphore (PCl_3) ou du dichlorure de thionyle ($SOCl_2$) sur l'acide carboxylique, on obtient un chlorure d'acyle de formule générale :



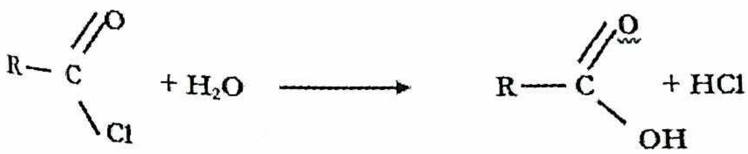
Alors les équations bilans s'écrivent respectivement :





1.3. Propriétés des chlorures d'acyle

Les principaux chlorures d'acyle sont liquides à la température ordinaire. ils réagissent sur l'eau de façon rapide, totale ,exothermique et souvent violente, cette hydrolyse conduit à l'acide correspondant avec un dégagement de chlorure d'hydrogène :

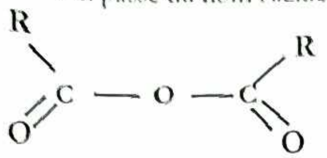


Les chlorures d'acyle sont très réactifs : ils permettent de synthétiser très facilement des esthers et amides.

2. Les anhydrides d'acide

2.1. Nomenclature

On passe du nom l'acide au nom de l'anhydride en remplaçant le nom « acide » par « anhydride »



Anhydride alcanoïque si R est un groupe alkyle

Exemple :

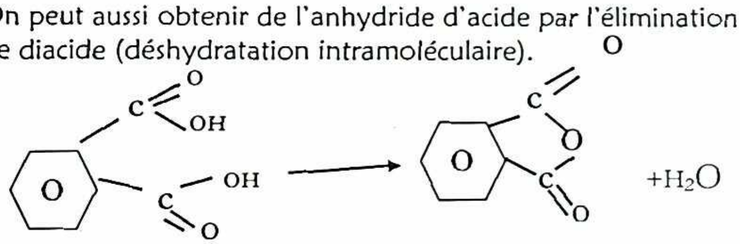
$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$$ anhydride éthanoïque

$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-C_2H_5$$ anhydride éthanoïque- propanoïque

2.2. Obtention des anhydrides d'acide

On peut éliminer une molécule entre deux molécules d'acides carboxyliques par action du pentaoxyde de diphosphore de formule P_2O_5..
le bilan de la réaction s'écrit :

On peut aussi obtenir de l'anhydride d'acide par l'élimination d'une molécule d'eau dans une molécule de diacide (déshydratation intramoléculaire).



2.3. Propriétés des anhydrides d'acide

Liquides ou solides à la température ordinaire, les anhydrides d'acides sont, eux aussi, irritants. Leur réaction avec l'eau, relativement lente, provoque le retour de l'acide. L'équation de cette hydrolyse s'écrit :

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R + H_2O \longrightarrow 2RCOOH$$

Ou

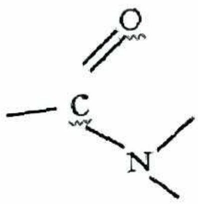
$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R' + H_2O \longrightarrow RCOOH + R'COOH$$

Comme les chlorures d'acyles, les anhydrides d'acides permettent la synthèse d'esters et d'amides avec des bons rendements.

3. Les amides

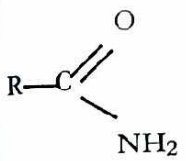
3.1. Structure des amides

On passe de l'acide carboxylique à l'amide par remplacement du groupe hydroxyde-**OH** de l'acide par le groupe amino **-NH_2** .si l'on remplace un ou deux atomes d'hydrogène du groupe amino par des groupes alkyles ,on obtient alors des amides substituées .le groupe caractéristique des amides est :

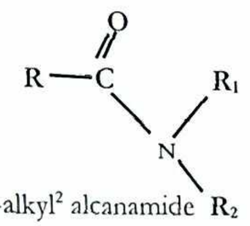


3.2. Nomenclature des amides

Le nom d'un amide dérive du nom systématique de l'acide carboxylique correspondant en remplaçant la terminaison « **oïque**» par amide.

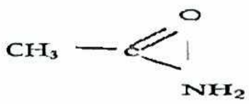


Alcanamide

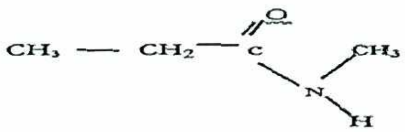


N-alkyl¹ ,N-alkyl² alcanamide

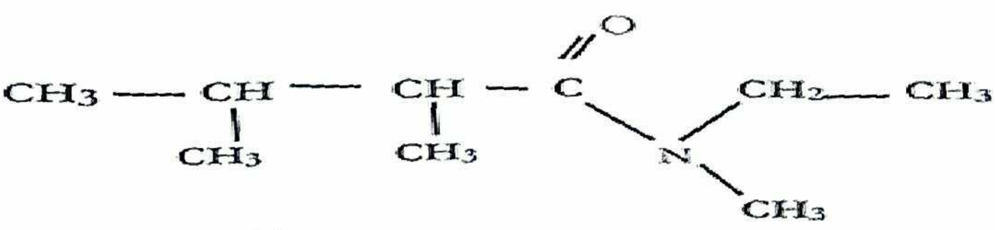
Exemple



Ethamide



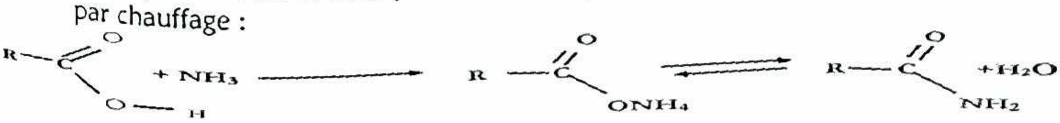
N-méthyl-propanamide



N-éthyl N-méthyl 2,3 -diméthylbutanamide

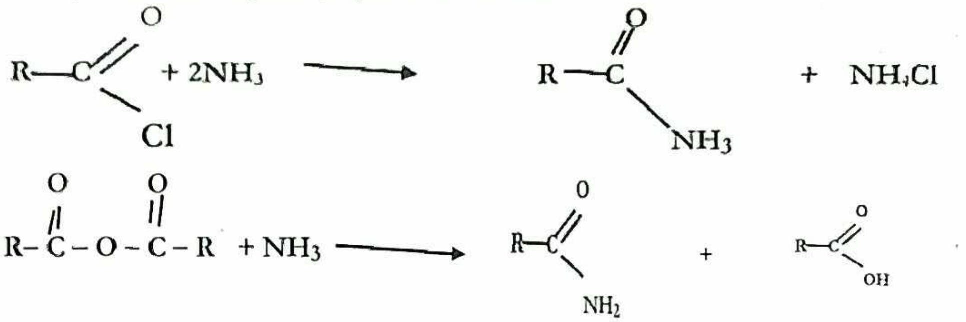
3.3. Préparation des amides

- La préparation des amides peut s'effectuer par déshydratation des carboxylates d'ammonium par chauffage :

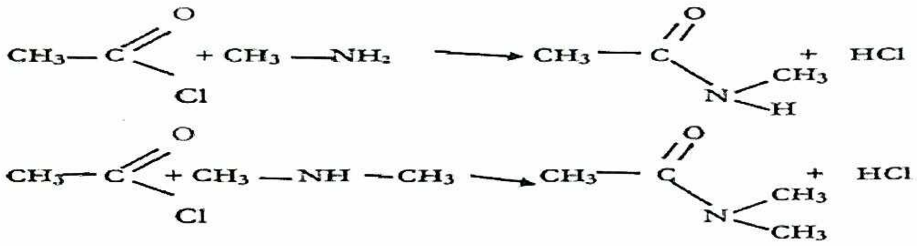


La réaction est lente et réversible.

➢ L'utilisation d'un dérivé d'acide plus réactif, permet une préparation plus facile des amides .les réactions sont alors plus rapides et totales .d'où l'on peut utiliser le chlorure d'acyle et l'anhydride d'acide pour préparer les amides.



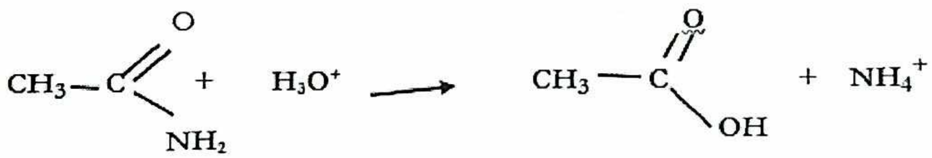
On obtient des amides monosubstituées et disubstituées en remplaçant successivement l'ammoniac par les amines primaires R-NH_2 et les amines secondaires R-NH-R'.



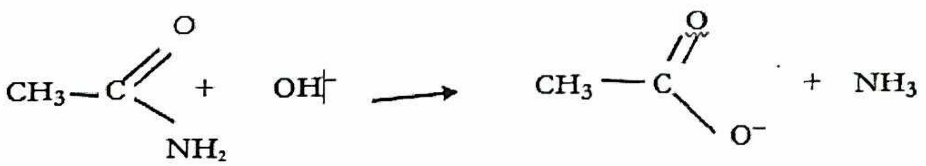
3.3. Hydrolyse des amides

Malgré sa grande stabilité, le groupe amide peut être détruit par chauffage prolongé soit en milieu acide, soit en milieu basique ,ainsi on obtient avec l'éthanamide :

1. **En milieu acide :**



2. En milieu basique

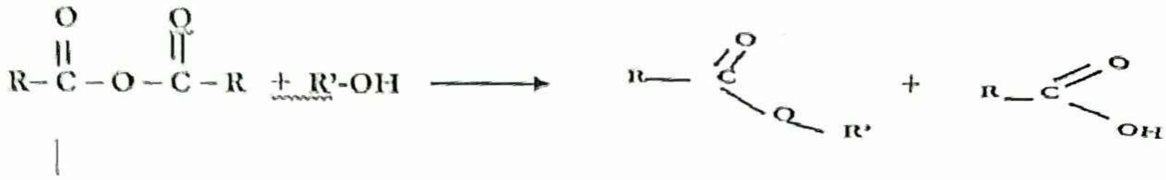


Bien que difficile, l'hydrolyse des amides permet de revenir aux acides carboxyliques dont elles dérivent.

4. les esters

4.1. nomenclature des esters

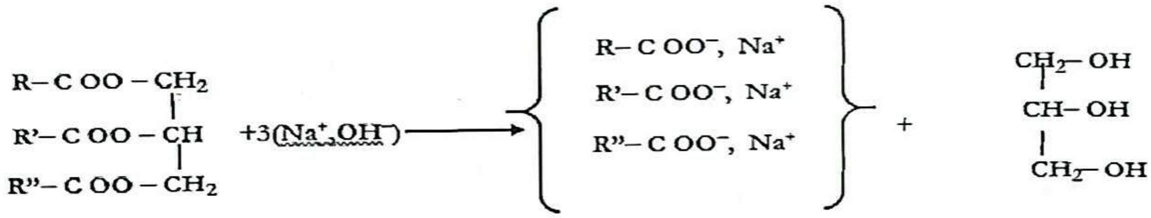
Le nom d'un ester comporte deux parties :



4.3. Saponification

La réaction de saponification, action des ions hydroxydes OH^- sur un ester, conduit à un alcool et un carboxylate, suivant la réaction d'équation bilan :

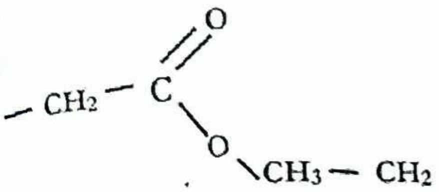
Cette réaction bien que lente est totale. Le mot saponification provient du latin sapo, savon, mélange de centre et suif (graisse) qui sont constitués de s triesters et d'acide gras .la préparation du savon correspond à l'équation bilan :



Corps gras soude savon glycérol

La première partie désigne la chaine carbonée contenant l'atome de carbone du groupe caractéristique, elle dérive du nom de l'acide correspondant en remplaçant la terminaison « oïque » par la terminaison « oate » ;
La seconde partie désigne la chaine liée au groupe caractéristique d'un atome d'oxygène, elle est nommée en tant que radicale akyle .

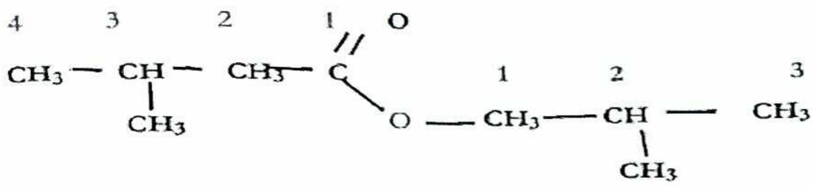
ple



propanoate d'éthyle

as de ramifications, rappelons que les deux chaines sont numérotées à partir du groupe ctéristique :

mple

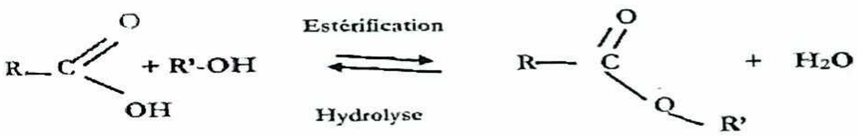


méthyl butanoate de 2-methyl propyl

2. Préparation des esters ou estérification

l estérification directe

n obtient activement les esters à partir d'un acide carboxylique et un alcool :

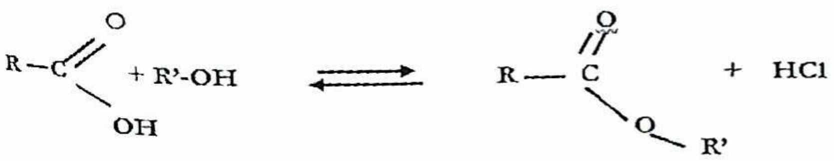


Acide alcool ester eau

Cette réaction ne produit de bon rendement, car elle est lente, partielle et athermique.

b) estérification par un dérivé d'acide

- **Par un chlorure d'acyle :** les chlorures d'acides réagissent avec les alcools de façon rapide ,totale et très exothermique ,pour donner un ester et du chlorure d'hydrogène : l'équation générale de cette réaction s'écrit de la façon suivante :



- **Par un anhydride d'acide :** les anhydrides d'acide sont moins réactifs que les chlorures d'acyle mais nettement que les acides, en effet ils réagissent à température modérée avec les alcools pour former un ester et de l'acide dont ils dérivent, suivant la réaction totale d'équation bilan :

Exercices

Exercice 1
Un composé organique A a pour formule brute $C_7H_{14}O_2$

1) L'hydrolyse de A donne un acide B et un alcool C. L'acide B réagit avec le pentachlorure de phosphore pour donner un composé D. Par action de l'ammoniac sur D on obtient un composé organique E à chaine carbonée saturée, ramifiée, de masse molaire moléculaire : M=87g/mol.
   a. Préciser les fonctions chimiques de A, D et E.
   b. Donner les formules semi-développées et les noms de E, D et B.
   c. Ecrire les formules semi-développées de A.
2) L'alcool C est oxydé par une solution de dichromate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé organique F donnant un précipité jaune avec la 2, 4-dinitrophénylhydrazine (D.N.P.H) mais ne réagissant pas avec la liqueur de Fehling. Donner la fonction chimique de F et les formules semi-développées de F et C ainsi que leurs noms. Ecrire l'équation de l'oxydation ménagée de C par le dichromate de potassium en milieu acide.
3) On réalise la saponification de 13g de A par un excès de soude avec un rendement de 90%.
   a. Ecrire l'équation bilan de la réaction de saponification de A. Nommer les produits formés.
   b. Calculer la masse du carboxylate de sodium obtenu.

Exercice 2
Un corps pur A liquide, de formule brute $C_4H_{10}O$, donne par oxydation ménagée un composé B qui réduit le nitrate d'argent ammoniacal et la liqueur de Fehling. Par déshydratation de A, à une température supérieure à 400°C en présence d'alumine, on obtient un seul alcène : le butène – 1.

1) En déduire la formule développée et le nom des composées A et B.
2) Le composé A réagi avec un excès d'oxydant pour donner un composé C. Donner le nom et la formule développée de C.
3) Le composé C réagit avec l'ammoniac pour donner un composé D. Donner la formule de D.
4) Un lent chauffage de D conduit à sa déshydratation. Ecrire l'équation de la réaction. Quelle est la fonction du composé E obtenu ? Ecrire sa formule développée.

Exercice 3
Un composé C a pour formule brute$C_5H_{10}O_2$. Il réagit avec l'eau pour donner un acide carboxylique A et un alcool B.

1. De quelle réaction s'agit-il ?
2. La molécule de B comporte trois atomes de carbone.
   Ecrire les formules semi-développées des isomères possibles de l'alcool B.
3. L'alcool B par oxydation ménagée donne un composé E. E donne un test positif avec la 2,4-DNPH mais pas avec la liqueur de Fehling.
   a. Donner la fonction chimique de E, sa formule et son nom.
   b. En déduire le nom et la formule semi-développée de B, A et C
4. L'acide A réagit avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X.
   Donner la formule semi-développée et le nom de X.
5. Par action de X sur l'ammoniac, on obtient un composé D. Ecrire la formule semi-développée de D et donnez son nom.

Exercice 4
1) Donner la formule semi-développée de l'acide 2-aminopropanoique(alanine)
   a) Justifier le nom d'acide α-aminé donné à cette substance. Donner la formule semi-développée et le nom de l'espèce qui apparait dans une solution aqueuse d'alanine.
   b) Ecrire les équations des réactions entre l'alanine et la soude et entre l'alanine et l'acide chlorhydrique.
   c) Parmi les espèces impliquées dans les réactions précédentes, identifier le diacide, la dibase, l'ampholyte.

2) Ecrire la formule semi-développées de l'acide 2-aminoéthanoique(glycine).
On mélange en quantité équimolaire la glycine et l'alanine. Ecrire les formules semidéveloppées et les noms de tous les dipeptides qu'on peut obtenir lors de la condensation de ces acides α-aminés.

Exercice 5

Un composé de formule C_xH_yO, contient 64,9% de carbone et 13,5% d'hydrogène. Sa masse molaire moléculaire est $M=74g.mol^{-1}$.

1) Déterminer la formule brute de ce composé.
2) Donner les noms et les formules semi-développées des différents isomères.
3) Un des composés précédents est une molécule chirale.
   a) Lequel ? en quoi consiste la chiralité ?
   b) Donner une représentation en perspectives des deux énantiomères correspondants.

Exercice 6

Soit un composé organique A contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. On soumet à l'analyse élémentaire 0,78g de ce composé organique. Sa combustion produit 1,47g de dioxyde de carbone et 0,66g d'eau. Le volume d'azote recueilli dans les conditions normales pour la même masse du composé est $74,7cm^3$.

a) Quelle est la composition centésimale du composé ?
b) Déterminer sa formule brute sachant qu'elle ne contient qu'un seul atome d'azote par molécule.
c) Quelles sont les formules semi-développées possibles sachant que ce composé est un acide α-aminé ?donner leur nom en nomenclature officielle.
d) La chaine carbonée A est ramifiée et l'atome de carbone porteur des deux groupes fonctionnels porte également un groupe méthyle. Ecrire l'équation-bilan de la condensation de A et de l'un des isomères. Mettre en évidence la liaison obtenue et donner son nom. Nommer le produit de la condensation.
e) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'une solution de A sur une solution aqueuse de KOH d'une part et sur une solution aqueuse de HNO_3 d'autre part.

Exercice 7

Un polymère a pour masse molaire moyenne 87 500$g.mol^{-1}$ et pour degré moyen de polymérisation 1 400. Son analyse chimique montre qu'il contient 56,8% de chlore, 38,4% de carbone. Le reste étant de l'hydrogène.

1) Déterminer la formule brute et le nom du monomère.
2) Donner le nom et la formule du polymère.

Exercice 8

On fait réagir l'acide éthanoique sur un alcool A saturé, non cyclique. L'ester B obtenu a une masse molaire $M=102g.mol^{-1}$.

a) Déterminer la formule brute de l'ester B.
b) Déterminer la formule brute de l'alcool A. écrire les formules semi-développées possibles et préciser les noms correspondants.
c) On réalise par ailleurs l'oxydation ménagée de l'alcool A. le produit obtenu ne colore pas le réactif de Schiff. Quelle est la nature exacte de l'alcool A.

Exercice 9

On hydrate, en présence d'acide sulfurique, le méthyl-2-propène.

a) Montrer que l'on peut prévoir théoriquement la formation de deux alcools. Préciser le nom et la classe de chacun d'eux.
b) En réalité, un seul alcool est majoritairement obtenu. Nous allons déterminer lequel. On introduit dans un tube 3,7g de cet alcool et 3,0g d'acide éthanoique. Le tube est scellé et chauffé.
   1) Quelles sont les caractéristiques de la réaction qui se produit ?
   2) Après plusieurs jours, l'acide restant est isolé puis dosé avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c=2mol.l^{-1}$. Il faut utiliser un volume $V=23,8cm^3$ de cette solution pour atteindre le point d'équivalence.
   - Quel est le pourcentage d'alcool estérifié ?
   - Quel est cet alcool ?

Exercice 10

a) Pour fabriquer un miroir rectangulaire de 60cm × 40cm on réalise, sur toute sa surface, un dépôt d'argent d'épaisseur constante 20µm.
Quelle est la quantité de matière ainsi déposée ?
Données relatives à l'argent :
- Masse volumique : $\rho = 10{,}47.10^3 kg.m^{-3}$.
- Masse atomique molaire : $M(Ag) = 108 g.mol^{-1}$.

b) Le dépôt est obtenu en faisant réagir une solution de nitrate d'argent ammoniacal contenant l'ion diamine argent et une solution d'éthanal.
Ecrire l'équation bilan de la réaction.
Pourquoi ne conduit-elle pas à l'acide éthanoique mais à l'ion éthanoate ?

c) Quel volume minimal de solution d'éthanal, à $0{,}10 mol.l^{-1}$, faut-il mettre en œuvre pour réaliser cette argenture ?

Exercice 11

1) Quels composés organiques peut-on faire réagir avec un alcool pour obtenir un ester ?
2) Par réaction entre deux composés organiques A et B, on obtient l'acide butanoique et le butanoate d'éthyle. Quelles sont les fonctions de A et de B ? donner les formules semi-développées de tous les corps et écrire l'équation-bilan de la réaction.
3) La butyrine est le triester obtenu par réaction entre l'acide précédent et le glycérol. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. A quelle famille de corps organiques appartient la butyrine ?

Exercice 12

On fait réagir à chaud, pendant plusieurs heures, de l'acide éthanoique et de l'éthanol.

1) Quelle est la réaction obtenue ? écrire l'équation-bilan et indiquer brièvement quelques caractéristiques de cette réaction.
2) On a mélangé 12,0 g d'acide éthanoique et 9,2 g d'alcool. A l'issue de la réaction, on effectue un dosage de l'acide éthanoique restant dans le mélange. Pour cela, on prélève 1/10ème du volume du mélange et on dose l'acide avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $0{,}5 mol.l^{-1}$. Le point d'équivalence acido-basique est atteint lorsqu'on a ajouté $13{,}3 cm^3$ d'hydroxyde de sodium.
En déduire la quantité d'acide restant et par conséquent la composition du mélange final.

Exercice 13

1) Un acide carboxylique de formule RCOOH(R étant un radical alkyle) contient 40% en masse de carbone.
   a) Exprimer la formule d'un tel acide en fonction du nombre total n d'atomes de carbone contenus dans la molécule.
   b) En déduire la formule semi-développée de cet acide et son nom.
2) On fait réagir de l'acide acétique, on obtient un ester B de masse M=102g/mol.
   a) Déterminer la formule brute de l'ester B.
   b) Déterminer la formule brute de l'alcool A, écrire les formules semi-développées possibles et préciser la classe des alcools correspondants.
   L'oxydation ménagée de l'alcool conduit à une cétone. Quelle est la nature de A ?

Exercice 14

a) Ecrire le bilan de la réaction de saponification par l'hydroxyde de sodium du triglycéride formé à partir de l'acide palmitique $C_{15}H_{31}$-COOH (acide hexadécanoique).
b) On fait bouillir une matière grasse avec de l'hydroxyde de sodium. Les triglycérides qui la composent sont formés d'acides gras saturés, tous identiques.
Sachant qu'il faut 185g de corps gras pour qu'il s'effectue une réaction complète avec une mole de base, quel est le nombre d'atomes de carbone contenus dans les molécules de savon obtenu ?

Exercice 15

Ecrire les formules semi-développées des corps suivants :
Acide heptanoique, acide butanedioique, chlorure de propanoyle, anhydride pentanoique, propanoate de propyle, acide methyl-2-hexanoique, acide octadécène-9-oique.

Exercice 16

1. Donner les formules semi-développées des composés suivants :

a) 3-éthyl-3,4-diméthylhexanal
b) 3,5,5-triméthylheptan-2-one
c) N-éthyl, N-méthylpropanamine
d) Acide 2-amino, 3-methylpentanoique

2. On fait réagir l'acide propanoïque sur un alcool saturé A. l'ester B formé a une masse molaire $M=130g.mol^{-1}$.
   a) Déterminer la formule semi-développée de l'ester B
   b) Quelles sont les formules semi-développées possibles pour l'alcool A ? préciser le nom de chaque isomère alcool.
   c) En s'appuyant sur des équations de réactions simples, indiquer une méthode permettent d'identifier les trois classes d'alcool.
   d) Pour identifier l'isomère A utilisé, on fait réagir l'alcool A avec une solution oxydante. On obtient un produit C qui réagit avec la 2,4-D.N.P.H, mais reste sans action sur le réactif de Schiff.
      - Déterminer la fonction et la formule de C.
      - En déduire la formule semi-développée et le nom de l'isomère A utilisé.

Exercice 17

Un ester E est chauffé avec une solution aqueuse concentrée d'hydroxyde de sodium. Après refroidissement, le milieu réactionnel est acidifié ; un solide blanc A précipite, que l'on soumet à l'analyse. A ne contient que les éléments carbone, hydrogène et oxygène avec les pourcentages en masse suivants : C : 68,85% ; H : 4,92%. Une mesure de la masse molaire de A fournit $M=122g.mol^{-1}$.

a) Donner la formule brute de A. y a-t-il des données superflues ?
b) La molécule du composé A comporte un cycle. En déduire sa formule développée et son nom.
c) Quel est le nom de l'ester E sachant qu'il peut être formé par réaction entre A et l'éthanol ? Donner l'équation-bilan de sa réaction avec une solution d'hydroxyde de sodium.

Exercice 18

Le chlorure d'éthanoyle réagit sur du méthyl-3butanol-1 en donnant un corps X et du chlorure d'hydrogène.

1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction et nommez le produit X obtenu.
2) La masse du chlorure d'éthanoyle ayant réagi est de 31,4g. calculer la masse de méthyl-3-butanol-1 nécessaire pour cette réaction et la masse du produit X formé.
3) X peut réagir sur l'eau en donnant du méthyl-3-buanol-1 et un autre corps Y.
   (a) Quel est le produit Y obtenu ?
   (b) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

Exercice 19

1) L'action d'un acide carboxylique X sur un alcool primaire donne un produit de formule brute $C_4H_8O_2$. Quelles sont les formules semi-développées possibles de ce produit ? donner les noms correspondants.
2) En faisant réagir l'ammoniac sur l'acide organique X, on obtient un carboxylate d'ammonium Y. celui-ci, par chauffage, se déshydrate. On obtient un composé Z de formule brute C_3H_7ON.
   a) Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de X, Y et Z.
   b) Ecrire l'équation-bilan de la transformation de l'acide organique en carboxylate d'ammonium, puis celle correspondant à la formation de Z.
3) On a obtenu 14,6g du composé Z. sachant que le rendement de la réaction de déshydratation est de 85%, déterminer la masse de carboxylate d'ammonium utilisé.

Chapitre 1 : LA CINEMATIQUE DU POINT

L'essentiel du cours

Introduction

La cinématique du point matériel est la physique qui étudie le mouvement du point matériel sans se préoccuper de ses causes.

Elle est construite autour des « éléments cinématiques » suivants : **position, trajectoire, vitesse** (ou **impulsion**) et **accélération**.

I. Généralités sur la cinématique

1. Notion de mobile

Le point matériel est un objet dont les dimensions sont extrêmement petites par rapport à sa distance d'observation.

Un point matériel en mouvement est appelé **mobile**.

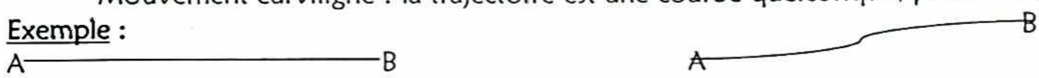
2. Trajectoire

La trajectoire d'un point matériel est l'ensemble des positions occupées successivement par ce point au cours du temps. Elle dépend du référentiel choisi.

Il existe plusieurs types de trajectoire :

- Mouvement rectiligne : la trajectoire est une droite ;
- Mouvement circulaire : la trajectoire est un arc de cercle ou un cercle ;
- Mouvement curviligne : la trajectoire est une courbe quelconque, plane ou non.

Exemple :



La trajectoire est une droite — la trajectoire est une courbe quelconque

3. Référentiel

On appelle référentiel, un solide de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un mobile.

- **Référentiel terrestre du laboratoire** où l'origine est un point (ou surface) de la terre ;
- **Référentiel géocentrique** ou de **Coriolis** qui a pour origine le centre de la terre ;
- **Référentiel héliocentrique**, de **Copernic** ou de **Kepler** qui a pour origine le centre du soleil ;
- **Référentiel Galiléen** est un référentiel dans lequel le principe de l'inertie est vérifié.

Cependant le référentiel galiléen absolument parfait n'existe pas mais les référentiels ci-dessus sont considérées (ou supposés) comme étant galiléen pour la plupart des problèmes de la vie courante étudiés en classe de Terminale.

II. Grandeurs cinématiques

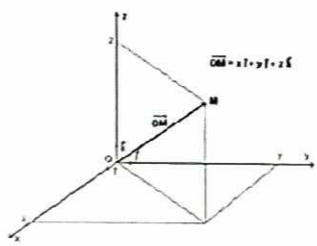
1. Vecteur position

(a) Coordonnées cartésiennes

La position d'un mobile est définie à chaque instant par ses coordonnées x, y et z et son vecteur position $\overrightarrow{OM}$.

Le triplet (x, y, z), appelé coordonnées cartésiennes de M dans le repère $\mathcal{R}(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath}; \vec{k})$ est uniquement déterminé par la position du point M

- x est l'axe des abscisses ;
- y est l'axe des ordonnées



- z est la cote ou la hauteur.

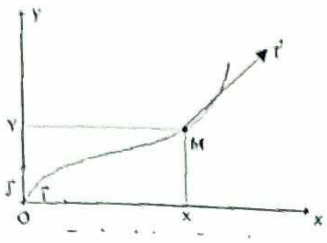
PARTIE 2 : PHYSIQUE

Les coordonnées du point M étant celles du vecteur : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

Les trois plans (Oxy) ; (Oxz) et (Oyz) constituent les plans de bases du repère. La distance OM s'écrira : $OM = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ si le mobile est en mouvement dans ces repères, l'une au moins de ses coordonnées varie au cours du temps.

Leurs variations est définie par les lois horaires, équations horaires ou équations paramétriques.

(b) Abscisse curviligne



$\vec{\tau}$ est un vecteur unitaire tangent à la trajectoire au point M. On choisit l'origine M_0 et un sens positif arbitraire. L'abscisse curviligne S est la longueur de l'arc de courbe orienté d'origine M_0 :

$S = \widehat{OM} = \sqrt{(x_M - x_{M_0})^2 + (y_M - y_{M_0})^2} = f(t)$ (son unité en m) est l'abscisse curviligne du mobile.

III. Vecteur vitesse

1. Vitesse moyenne

Dans un référentiel terrestre, la valeur absolue de la vitesse moyenne d'un point mobile est égale au quotient de la distance parcouru Δl (en m) par la durée du parcours Δt (en s). $|V_{moy}| = \frac{\Delta l}{\Delta t}$

Exemple :

- M_1 ———————— M_2 (mouvement rectiligne) : $V_{moy} = \frac{M_1M_2}{t_2 - t_1}$
- M_1 $\frown$ M_2 (mouvement curviligne) : $V_{moy} = \frac{\widehat{M_1M_2}}{t_2 - t_1}$

2. Vitesse instantanée d'un point

La vitesse instantanée d'un point matériel est la dérivée de sa coordonnée spatiale x par le rapport au temps t, à l'instant considéré : $V = \frac{dx}{dt}$

Remarque : Si Δt est très petit, on peut confondre la vitesse instantanée à la vitesse moyenne. C'est le cas d'un enregistrement sur une table à coussin d'air : $V_n = \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} = \frac{x_{n+1} - x_{n-1}}{2\tau}$

τ : est l'intervalle de temps entre deux positions consécutives.

3. Vecteur vitesse moyenne d'un point

Le vecteur vitesse moyenne $\overrightarrow{V_{moy}}$ est le déplacement total d'un objet pendant un temps écoulé, divisé par ce temps écoulé : $\overrightarrow{V_{moy}} = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2 - t_1} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}$

Les caractéristiques du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{moy}}$ moyenne sont :

- Direction : celle du déplacement ;
- Sens : celui du déplacement ;
- Intensité ou norme : $|\overrightarrow{V_{moy}}| = \left|\frac{M_1M_2}{t_2 - t_1}\right|$

4. Vecteur vitesse instantanée d'un point

Le vecteur vitesse instantanée correspond à la limite vers laquelle tend le vecteur vitesse moyenne sur une courte durée, c'est-à-dire de la distance par rapport au temps : $\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$

Le vecteur vitesse instantanée a les caractéristiques suivantes :

- Origine : position occupée par le point mobile à l'instant considéré t ;
- Direction : tangente à la trajectoire au point considéré ;
- Sens : celui du mouvement à cet instant ;
- Norme : celle de la vitesse instantanée à cet instant.

5. Son expression en coordonnées cartésiennes

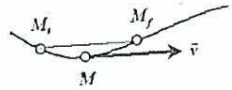
$\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ et $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

Alors on a : $\vec{V} = \frac{d}{dt}\left(\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}\right) = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$

$\Rightarrow \boxed{\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}}$ avec $V_x = \dot{x} = \frac{dx}{dt}$; $V_y = \dot{y} = \frac{dy}{dt}$ et $V_z = \dot{z} = \frac{dz}{dt}$

6. Son expression dans la base de Freinet $(\vec{\tau}; \vec{n})$

$$\vec{V} = \lim_{t_2 \to t_1}\left(\frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2 - t_1}\right)$$



Si $t_2 \to t_1$ alors $M_2 \to M_1$

$\overrightarrow{M_1M_2} = \widehat{M_1M_2}\vec{\tau}$

$= \left(\widehat{OM_2} - \widehat{OM_1}\right)\vec{\tau}$

$= (S_2 - S_1)\vec{\tau} \Rightarrow \overrightarrow{M_1M_2} = (S_2 - S_1)\vec{\imath}$

Alors on a : $\vec{V} = \lim_{t_2 \to t_1}\left(\frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}\right) = \frac{dS}{dt}\vec{\tau}$

D'où $\vec{V}\left(V_\tau = \frac{dS}{dt}; V_n = 0\right)$: la vitesse est toujours tangente à la trajectoire.

IV. Vecteur accélération

1. Vecteur accélération moyenne

L'accélération moyenne a_m sur un intervalle de temps Δt est définie par : $\overrightarrow{a_m} = \frac{\overrightarrow{V_2} - \overrightarrow{V_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$

2. Vecteur accélération instantanée

Il représente par rapport au temps le vecteur dérivée du vecteur vitesse :

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0}(\overrightarrow{a_m}) = \lim_{\Delta t \to 0}\left(\frac{\overrightarrow{V_2} - \overrightarrow{V_1}}{t_2 - t_1}\right)$$

Alors on a : $\boxed{\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}}$ avec $\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$

3. Expression du vecteur accélération instantanée

(a) <u>En coordonnées cartésienne</u>

$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$ or $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

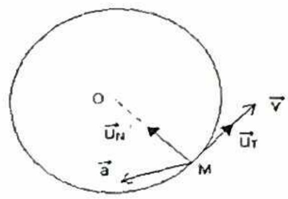
Alors on aura $\boxed{\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}}$

Avec $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$; $a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y}$ et $a_z = \frac{d^2z}{dt^2} = \ddot{z}$

(b) <u>Dans la base de Frenet</u>

Dans la base de Freinet, le vecteur accélération s'écrit : $\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d}{dt}(V.\vec{\tau}) = \frac{dV}{dt}\vec{\tau} + V\frac{d\vec{\tau}}{dt}$

Dans la base de Freinet, les directions des axes changent lors du mouvement et le vecteur unitaire varie avec le temps et on montre que : $\vec{a} = \frac{dV}{dt}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n} = \frac{d^2S}{dt^2}\vec{\tau} + \frac{V^2}{\rho}\vec{n}$



- $a_\tau = \frac{dV}{dt}$: est la valeur de l'accélération tangentielle mesurée sur l'axe $\overrightarrow{u_\tau}$. Elle est peut être positive, négative ou nulle.
- $a_n = \frac{V^2}{\rho} = \frac{V^2}{R}$: est la valeur de l'accélération normale mesurée sur l'axe $\overrightarrow{u_n}$. Elle est positive
- $\rho = R$: est le rayon de courbure.

1. Paramètres d'évolution

(a) Les lois horaires ou équations horaires

Si le mobile est en mouvement, ces coordonnées sont en fonctions du temps.

Les expressions des coordonnées en fonction du temps : $x(t)$; $y(t)$ et $z(t)$ constituent les équations horaires ou lois horaires du mobile.

En mathématiques, t est un paramètre $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ sont appelées équations paramétriques

(b) Equation cartésienne

L'équation cartésienne s'obtient en éliminant la variable t entre les équations horaires. On distingue les trajectoires rectiligne, curviligne, circulaire, parabolique.

2. Mouvement accéléré, retardé ou uniforme

- Un mouvement est uniformément accéléré si : $\vec{a}.\vec{v} > 0$
- Un mouvement est uniformément retardé si : $\vec{a}.\vec{v} < 0$
- Un mouvement est uniforme si $\vec{a}.\vec{v} = 0$

Remarque : Un mouvement est uniformément varié quand la mesure algébrique de l'accélération reste constante.

V. Application de la cinématique à quelque mouvement particuliers

1. Mouvement rectiligne uniforme

(a) Définition

Un point mobile est animé d'un mouvement rectiligne et uniforme si sa trajectoire est une droite et sa vitesse instantanée est constante au cours du mouvement. C'est un mouvement a vecteur accélération nul.

(b) Equation horaire

$V = V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Longrightarrow dx = V_0 dt \Longrightarrow x(t) = V_0 t + cste$

A $t = 0s$; $cste = x_0$	a $t = t_i$
$\boldsymbol{a = 0}$	$\boldsymbol{a = 0}$
$\boldsymbol{V = V_0 = cste}$	$\boldsymbol{V = V_i = cste}$
$\boldsymbol{x(t) = V_0 t + x_0}$	$\boldsymbol{x(t) = V_i(t - t_i) + x_i}$

2. Mouvement rectiligne uniformément varié

(a) Definition

Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié si sa trajectoire est une droite et sa vitesse instantanée change au cours du mouvement. Le vecteur accélération est constant.

(b) Les lois horaires

$a = \frac{dV}{dt} \Longrightarrow dV = adt$ alors on aura : $V(t) = at + cste$

A $t = 0s$; $cste = V_0 \Longrightarrow \boldsymbol{V(t) = at + V_0}$ **(1)**

$V = \frac{dx}{dt} \Longrightarrow dx = Vdt = (at + V_0)dt$ alors on aura : $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + ctse$

A $t = 0S$; $cste = x_0$ alors on aura : $\boldsymbol{x(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0}$ **(2)**

Les équations (1) et (2) donne : $\boldsymbol{V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)}$ c'est la formule de **Torricelli**

A $t = 0s$; $cste = x_0$	a $t = t_i$
$\boldsymbol{a = cste}$	$\boldsymbol{a = cste}$
$\boldsymbol{V = at + V_0}$	$\boldsymbol{V = a(t - t_i) + V_i}$
$\boldsymbol{x(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0}$	$\boldsymbol{x(t) = \frac{1}{2}a(t - t_i)^2 + V_i(t - t_i) + x_i}$

$$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0) \qquad V_f^2 - V_i^2 = 2a(x_f - x_i)$$

3. Mouvement circulaire uniforme

(a) Définition

Un point mobile est animé d'un mouvement circulaire uniforme si sa trajectoire est circulaire et si sa vitesse instantanée garde la même valeur au cours du mouvement ; sa vitesse angulaire est constante.

(b) Equation horaire

On repère la position de M par les abscisses angulaire $\theta = (\overrightarrow{OA}; \overrightarrow{OM})$ ou curviligne $S = \widehat{AM} = R \times \theta$

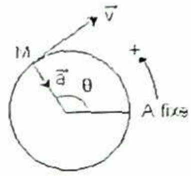
Les équations horaires du mouvement en abscisse curviligne et angulaire sont ci-dessous :

- En abscisse curviligne : $\frac{dS}{dt} = V_0 \Rightarrow dS = V_0 dt \Rightarrow \boldsymbol{S(t) = V_0 t + S_0}$ $(en\ m)$
- En abscisse angulaire $\frac{d\theta}{dt} = \omega_0 \Rightarrow d\theta = \omega_0 dt \Rightarrow \boldsymbol{\theta(t) = \omega_0 t + \theta_0}$ ($ou\ \theta(t) = \dot{\theta}t + \theta_0$)

(c) Représentation de $\overrightarrow{V(t)}$ et $\overrightarrow{a(t)}$

Dans la base de Freinet $(\vec{\tau}; \vec{n})$, l'accélération s'écrit : $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$

$$\vec{V}\begin{cases} V_\tau < 0 \\ V_n = 0 \end{cases} \quad \text{et } \vec{a}\begin{cases} a_\tau = \frac{dV}{dt} = 0 \\ a_n = \frac{V^2}{R} > 0 \end{cases}$$



- Au point M, tracer $\overrightarrow{U_T}$ dans le sens positif et $\overrightarrow{U_N}$.
- Précisons le signe des coordonnées de $\vec{V}$ et de $\vec{a}$:

$$\vec{V}\left| \begin{matrix} V_T < 0 \\ V_N = 0 \end{matrix} \right. \qquad \vec{a}\left| \begin{matrix} a_T = dV/dt = 0 \\ a_N = V^2/R > 0 \end{matrix} \right.$$

Remarque : Dans un mouvement circulaire uniforme :

- Le vecteur vitesse est tangent au cercle et le vecteur accélération est centripète
- La vitesse est constante en norme mais pas direction, il y a donc accélération.

$$\begin{cases} \overrightarrow{a_n} = \frac{V^2}{R}\vec{n} = R\omega^2\vec{n} \\ V = R \times \omega \\ \theta(t) = \dot{\theta}t + \theta_0 \end{cases}$$

4. Mouvement circulaire uniformément varié

(a) Définition

Un point mobile est animé d'un mouvement circulaire uniformément varié si sa trajectoire est circulaire et sa si vitesse angulaire varie uniformément au cours du mouvement.

(b) Equation horaire

$\ddot{\theta} = \frac{d\dot{\theta}}{dt} \Rightarrow d\dot{\theta} = \ddot{\theta}dt \Rightarrow \dot{\theta}(t) = \ddot{\theta}t + \dot{\theta}_0$ (1)

$\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} \Rightarrow \theta(t) = \dot{\theta}dt = (\ddot{\theta}t + \dot{\theta}_0)dt \Rightarrow \theta(t) = \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2 + \dot{\theta}_0 t + \theta_0$ (2)

L'équation (1) donne : $t = \frac{\dot{\theta} - \dot{\theta}_0}{\ddot{\theta}}$

Remplaçons l'expression du temps dans l'équation (2), on aura : $\dot{\theta}^2 - \dot{\theta}_0^2 = 2\ddot{\theta}(\theta - \theta_0)$

5. Mouvement rectiligne sinusoïdal

(a) Définition

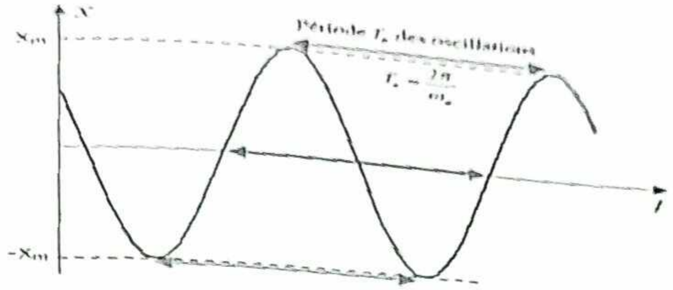
Un mouvement est rectiligne sinusoïdal si la loi horaire est une fonction sinusoïdale du temps :

$x(t) = x_m \sin(\omega t + \varphi)$:

- x : élongation ou abscisse (en m)
- x_m : élongation maximale (en m)
- $\omega t + \varphi$: phase du mouvement (en rad)
- ω : la pulsation du mouvement (en rad/s)
- φ : la phase à l'origine de temps (en rad)

(b) Position du temps

$\sin(\omega t + \varphi) \in [-1; 1]$ donc $x \in [-x_m; x_m]$, le mobile se déplace sur un segment de droite $[A, A']$. M est animé d'un mouvement de va et vient de part et d'autre de centre 0 du mouvement.



Les expressions de la période et de la fréquence sont : $T = \frac{2\pi}{\omega}$ et $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

(c) Vitesse et accélération

$x(t) = x_m \sin(\omega t + \varphi) \Longrightarrow$ $\boxed{V_x = \frac{dx}{dt} = x_m\omega \cos(\omega t +}$ $\boxed{a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x_m \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x}$

Remarque : L'amplitude x_m et la phase φ à l'origine se déterminent souvent en expriment x et V à l'instant $t = 0s$

La relation $a + \omega^2 x = 0$ (équation différentielle) équivaut à $x(t) = x_m \cos(\omega t + \varphi)$

Méthode à appliquer

1. Mémoriser les équations horaires des différents exemples de mouvement ;
2. Se rappeler de l'exemple de mouvement proposé ;
3. Se rappeler des différentes équations intervenant dans ce mouvement ;
4. Se donner une origine des dates et des espaces avant d'écrire les équations ;
5. Pour $x(t) = x_p$ lors d'un passage du mobile à un point p ou $x_1(t) = x_2(t)$ lors d'une rencontre ou d'un rattrapage.

Exercices

Exercice 1

Les équations paramétriques du mouvement d'un point matériel lancé dans l'espace sont :

$$\begin{cases} x(t) = 2t \\ y(t) = -5t^2 + 4t \text{ avec } t \geq 0 \text{ et l'axe } (z, \vec{k}) \text{ est ascendant.} \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

3. Donner l'équation cartésienne de la trajectoire et sa nature.
4. Déterminer le vecteur vitesse du point :
   (a) Lorsque le point passe par le sommet de la trajectoire
   (b) Lorsque ce point rencontre l'axe $y = 0$
5. Déterminer le vecteur vitesse à la date $t = 5s$.

Exercice 2

On donne les équations horaires d'un mouvement d'un point mobile M sous la forme :

(a) $\overrightarrow{OM} = 2t\vec{\imath} + (t^2+4)\vec{\jmath}$; (b) $\overrightarrow{OM} : \begin{cases} x = 2\cos(3t) \\ y = 2\sin(3t) \end{cases}$; (c) $\overrightarrow{OM} : \begin{cases} x = t^2 + 4 \\ y = 2t^2 + 3 \end{cases}$

Déterminer l'équation cartésienne et la nature de la trajectoire de chaque mobile.

Exercice 3

Dans le repère $\mathcal{R}(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$, considérons le mouvement d'équation horaire : $\begin{cases} x = 1 + \cos(2t) \\ y = \sin(2t) \end{cases}$

1. Donner l'expression du vecteur position.
2. Donner l'expression du vecteur vitesse et son module
3. Déterminer l'accélération tangentielle et donner l'expression du vecteur accélération
4. Trouver son module et en déduire l'accélération normale.
5. En déduire la nature de la trajectoire du mouvement.

Exercice 4

Les équations horaires du mouvement d'un mobile M dans un repère $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ sont : $\begin{cases} x = t \\ y = t^2 - 4t + 3 \end{cases}$

avec x et y en mètre et t en seconde

1. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile M
2. Exprimer les composantes du vecteur vitesse. Calculer la valeur de sa norme à la date $t = 2s$
3. Déterminer les valeurs de l'accélération tangentielles puis de l'accélération normale à l'instant $t_0 = 0s$
4. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire à cet instant.
5. Entre quels instants de date le mouvement est-il accéléré ? Retardé ?

Exercice 5

Les coordonnées d'un point mobile M dans un repere $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ sont : $\begin{cases} x = \cos t - \sin t \\ y = \cos t + \sin t \end{cases}$

1. Montrer que la trajectoire est un cercle en précisant son rayon et son centre.
2. On suppose que la trajectoire est orientée dans sens direct, et on choisit pour origine des arcs, la position du mobile à la date $t = 0s$
   (a) Calculer la valeur du vecteur vitesse et celle de la vitesse angulaire.
   (b) Ecrire l'équation horaire de l'abscisse angulaire

Exercice 6

On fait tourner un disque initialement au repos jusqu'à atteindre une vitesse constante de $\mathbf{8rad/s}$.

1. Quelle est la valeur de l'angle balayé par rayon du disque au cours de ce mouvement si l'accélération est de $\mathbf{2,5rad/s^2}$.
2. Ecrire l'équation horaire du mouvement du disque sachant que à $\boldsymbol{t_0 = 0s}$; $\boldsymbol{\theta_0 = 0rad}$.
3. Lancé à vitesse ci-dessus, le disque est freiné. Il s'arrête alors au bout de $2s$.
   (a) Calculer sa nouvelle accélération.

(b) Quelle est la valeur de l'angle balayé par un rayon du disque depuis le début du freinage jusqu'à l'arrêt complet ?

(c) Quel est le nombre de tours complets effectués pendant cette $2^{ième}$ phase du mouvement.

Exercice 7

Les mouvements du train et d'un élève considéré dans ce problème ont des trajectoires rectilignes parallèles.

Un élève, HASSAN du complexe scolaire HAMID DJONGO, en retard court le long d'un quai à la vitesse constante de valeur $v = 6m/s$; quand il est à **20 metres** du dernier wagon le train démarre avec une accélération constante de $1m/s^2$.

1. Ecrire les équations horaires de l'élève et dernier wagon considérés comme des points matériels.
2. Montrer que le voyageur ne peut pas rattraper le train.
3. Quelle est la distance minimale entre l'élève et le dernier wagon ?

Exercice 8

1. Un point matériel M a une trajectoire circulaire de rayon R. Son vecteur accélération $\vec{a} = 50\vec{n}$ (En USI, $\vec{n}$ vecteur unitaire centripète).
   (a) Montrer que le mouvement est circulaire uniforme.
   (b) Sachant que la période $\mathbf{T = 0,4\pi s}$, quel est le rayon R du cercle de la trajectoire.
2. On donne l'équation horaire d'un point matériel dans le repère $(0; \vec{i}; \vec{j})$: $\begin{cases} x = a\cos(\omega t) \\ y = a\sin(\omega t) \end{cases}$; avec $a = 100cm$ et $\omega = 10\text{rad/s}$
   (a) Montrer que la vitesse de M est constante et calculer.
   (b) Montrer que l'accélération est constante et la calculer.
   (c) Quelle est la nature de la trajectoire de M ? Donner les caractéristiques du vecteur accélération.

Exercice 9

Un mobile ponctuel se déplace dans un repère $R(0; \vec{i}; \vec{j})$; son mouvement débute à l'instant $t = 0s$; son vecteur vitesse est $\vec{V} = \vec{i} + (2t)\vec{j}$, (en m/s). A l'instant $t = 4s$, il passe par le point A de coordonnées $x_A = 2m$ et $y_A = 0m$

1. Etablir les lois horaires du mouvement ;
2. (a) Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire.
   (b) Construire la courbe de la trajectoire dans le repère $R(0; \vec{i}; \vec{j})$ entre les instants $t_0 = 0s$ et $t = 5s$. Echelle : 1cm correspond à $1m$
3. (a) Déterminer le vecteur-accélération $\vec{a}$
   (b) Déterminer les caractéristiques du vecteur-vitesse $\vec{V_A}$ lorsque le mobile passe par le point A
   (c) Représenter sans échelle en A le vecteur-vitesse $\vec{V_A}$ et le vecteur-accélération $\vec{a}$
   (d) En déduire les composantes tangentielles et normales du vecteur-accélération en A.

Exercice 10

Le plan est rapporté à un repère orthonormé $x0y$ d'origine O et de base $(\vec{i}; \vec{j})$. Les coordonnées x et y d'un point M mobile dans le plan $(0; \vec{i}; \vec{j})$ varient avec le temps suivant : $\begin{cases} x = 2\cos(0,5t) \\ y = 2\sin(0,5t) \end{cases}$ avec x et y en metres et t en secondes.

1. Déterminer la nature de la trajectoire.
2. Déterminer les composantes du vecteur-vitesse $\vec{v}$
3. Déterminer l'expression de la vitesse $\frac{dS}{dt}$ ainsi que de l'abscisse curviligne s du point M à l'instant t, en prenant comme condition initiale s=0 quand t=0
4. Déterminer les composantes normale et tangentielle de l'accélération dans un repère de Frenet.
5. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire
6. La trajectoire reste la même, mais maintenant le point M subit une accélération angulaire $\frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta} = 0,2t$.
   (a) A quelle date le point M atteint-il une vitesse de $10m.s^{-1}$, sachant qu'il est parti du repos.
   (b) Quelle distance a-t-il alors parcouru ?

2) Quelles devrait être l'accélération de la voiture et la durée du freinage pour que le conducteur atteigne le panneau à la vitesse de $60km/h$?
3) En réalité, le conducteur commence par freiner 0,8s après avoir vu le policier. Il impose à sa voiture l'accélération calculé au 1) question. Avec quelle vitesse arrive-t-il au niveau du policier ? Est-il en infraction ?
4) Le conducteur maintient constant après le policier la vitesse précédemment calculée. A cette vitesse, il doit négocier un virage de rayon $R = 150m$.
   (a) Déterminer les caractéristiques du vecteur-accélération pendant le virage.
   (b) Calculer la durée du virage si on l'assimile à un quart de cercle.

Exercice 16

Un mobile se déplace dans le plan muni du repère $R(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ avec un vecteur-accélération $\vec{a} = -8\vec{\jmath}$. A l'instant initial $t = 0s$, le vecteur-position du mobile ainsi que son vecteur vitesse sont données respectivement par : $\overrightarrow{0M_0} = -3\vec{\imath} + 3\vec{\jmath}$ et $\overrightarrow{V_0} = 2\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$

1) Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile est de la forme : $y = Ax^2 + Bx + C$ où A, B et C sont des constantes à déterminer.
2) A quelle date le mobile atteint-il le sommet de sa trajectoire ?
3) Calculer la vitesse moyenne du mobile entre les instants $t_0 = 0s$ et $t_1 = 1s$
4) Calculer l'accélération moyenne entre ces mêmes instants.
5) Sur quel intervalle de temps le mouvement est-il décéléré ?
6) Déterminer les valeurs des accélérations tangentielle et normale ainsi que son rayon de courbure de la trajectoire à l'instant initial ?

Exercice 17

Une bille B est lancée verticalement avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0} = 15\vec{\imath}$ à partir de l'origine 0 d'un repere $(0, \vec{\imath},)$ vertical ascendant. Le point O est situé à 2m du sol. La bille est soumise à l'accélération $\vec{a} = -10\vec{\imath}$.

1. Ecrire la loi horaire du mouvement de la bille.
2. Exprimer la vitesse v_x de la bille en fonction de t.
3. Quelle est l'abscisse du point culminant atteint par la bille ?
4. Quelles sont les abscisses x_1 et x_2 des positions de la bille aux instants $t_1 = 1s$ et $t_2 = 2s$ et les vitesses v_{x_1} et v_{x_2} à ces deux dates ? Préciser à chaque fois le sens d'évolution de la bille.
5. A quelle date et avec quelle vitesse algébrique la bille repassera-t-elle au point O ? quel est alors son vecteur-vitesse $\vec{v}$?

Exercice 18

Un mobile M décrit une trajectoire munie d'un repère $(0,\vec{\imath})$. Son vecteur accélération est constante pendant toute la durée du mouvement qui est fixée à $t_F = 5s$. A l'instant $t_0 = 0s$ le mobile part d'un point M_0 d'abscisse $x_0 = -0{,}5m$ avec une vitesse $V_0 = -1m/s$ puis il passe au point M_1 d'abscisse $x_1 = +5m$ avec la vitesse $V_1 = +4{,}7m/s$.

1. Calculer l'accélération du mobile.
2. Calculer la date t_1 à laquelle le mobile passe au point M_1.
3. Donner l'équation horaire du mouvement.
4. A la date T=2s, un deuxième mobile M' part de l'abscisse $x_1 = +5m$ avec un mouvement rectiligne uniforme dont la vitesse $V' = +4m/s$
   (a) Calculer la date t_R de rencontre.
   (b) Calculer l'abscisse x_R ou aura lieu cette rencontre.
   (c) Vérifier ces deux derniers résultats à l'aide des représentations graphiques des équations horaires des deux mobiles.

Exercice 19

Les équations horaires d'un mouvement plan sont : $\begin{cases} x(t) = 2t \\ y(t) = \sqrt{4(1-t^2)} \end{cases}$

1. Donner les positions du point toutes les 0,1s, 0 et 1s.
2. Quelle est la nature de la trajectoire ?
3. Déterminer le vecteur-vitesse et sa valeur.
4. En déduire les composantes normale et tangentielle du vecteur-accélération (repère de Frenet).
5. Déterminer les composantes cartésiennes du vecteur-accélération.
6. En déduire que le module du vecteur-accélération est indépendant du repère d'étude.

Exercice 11

Les équations horaires du mouvement d'un mobile sont : $\begin{cases} x = A\cos(4\pi t) \\ y = A\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \end{cases}$ avec $A = 50cm$

1. Montrer que la valeur du vecteur-vitesse est constante. La calculer
2. Même question pour le vecteur-accélération.
3. Quelle est la nature de la trajectoire de M ?
4. Préciser la direction et le sens du vecteur-accélération.

Exercice 12

Les composantes du vecteur-accélération d'un point mobile sont $\vec{a}(0,-3,0)$. A l'instant $t = 0s$, le mobile est en $M_0(1,2,0)$ et son vecteur-vitesse initial est $\vec{V_0}(1,1,0)$

1. Donner les équations horaires du mouvement.
2. Montrer que le mouvement est plan.
3. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. En déduire la nature du mouvement.
4. Déterminer les coordonnées du vecteur-vitesse du mobile à chaque instant.
5. (a) En quel point particulier de la trajectoire la vitesse est minimale
   (b) Calculer la date en ce point.
6. Calculer les coordonnées des points où le mobile coupe l'axe des abscisses.
7. Déterminer l'intervalle de temps sur lequel le mouvement est accéléré, puis retardé.

Exercice 13

1) Un point mobile M_1, se déplace sur un axe $x'x$ vertical ascendant d'un mouvement uniformément varié d'accélération $a_1 = -10m/s^2$. A la date t=1s, sa vitesse est $V_1 = 10m/s$ et son abscisse $x_1 = 18m$.
   (a) Etablir les expressions de $x_1(t)$ et $V_1(t)$ en fonction du temps.
   (b) Le mobile a été lancé de A à la date t=0s. Quelles étaient à cette date sa vitesse et son abscisse ?
   (c) A quelle durée l'altitude maximale est atteinte ? Quelle est cette altitude maximale ?
   (d) Représenter les graphes de x_1 et de V_1 en fonction du temps pour $0 \leq t \leq 3s$. Montrer que le mouvement comporte deux phases.
   (e) Calculer la distance parcourue par M_1 entre $t_1 = 1s$ et $t_2 = 3s$.
2) Un point mobile M_2 est lancé sur le même axe et a pour équation $x_2(t) = -5t^2 + 25t$
   (a) A quelle date aura la rencontre M_1 et M_2 ?
   (b) Quelles seront alors les vitesses et les positions des deux mobiles ?
3) Un point mobile se déplace sur un cercle de centre O et de rayon R=1m. A la date t=0s, sa vitesse angulaire est $\frac{d\theta}{dt} = -120\text{rad/s}$. A partir de cette date, le décélère et son accélération angulaire est $\frac{d^2\theta}{dt^2} = 5\text{rad/s}^2$.
   (a) Etablir l'expression de l'abscisse angulaire en fonction du temps.
   (b) A quelle date le mobile s'arrête-t-il ?

Exercice 14

On donne les équations paramétriques de la trajectoire pane d'un point mobile par rapport à un référentiel : $\begin{cases} x = 2t \\ y = 4t^2 - 4t \end{cases}$

1. Déterminer l'équation de la trajectoire. Quelle est sa nature ?
2. Calculer la vitesse du mobile.
3. Montrer que l'accélération est constante.
4. Déterminer les composantes normale et tangentiel de l'accélération dans le repère de Frenet.
5. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire.

Exercice 15

1) Une voiture roule sur une route droite à la vitesse constante de $108km/h$. Soudain, le conducteur perçoit à $150m$ devant lui un agent de police. Le conducteur actionne le frein et atteint l'agent (sans le heurter) avec une vitesse de $45km/h$.
   (a) Donner les caractéristiques du vecteur-accélération supposée constant de la voiture durant la phase de refroidissement.
   (b) Calculer le temps mis par le conducteur pour atteindre le policier a partir du début de freinage.

Exercice 20

Un automobiliste effectue une liaison entre deux stations A et B sur un tronçon d'autoroute rectiligne $x'0x$. Les deux stations sont séparées par la distance $AB = d = 900m$. L'automobiliste démarre de la station A avec une accélération constante $a_1 = 0{,}4m/s^2$. Au bout d'une durée t_1, jugeant sa vitesse suffisante pour pouvoir atteindre la station B, l'automobiliste coupe définitivement le moteur. Différentes forces de frottement ralentissent le mouvement qui s'effectue avec une décélération constante de valeur absolue $|a_2| = 0{,}1m/s^2$

1. Calculer les durées t_1 et t_2 des deux phases du parcours.
2. Calculer les distances d_1 et d_2 parcourues au cours de ces deux phases.
3. Déterminer la vitesse maximale de l'automobiliste et sa vitesse moyenne entre les deux stations.

Exercice 21

L'équation horaire du mouvement d'un mobile M, par rapport au repère$(O; \vec{i}; \vec{j})$, est donnée par :

$\begin{cases} x = A\cos(\omega t) \\ y = A\sin(\omega t) \end{cases}$ Avec $A = 15cm$ et $\omega = 10\text{rad/s}$

1. Montrer que le mouvement du mobile est uniforme et calculer la valeur de sa vitesse.
2. Monter que la valeur de son accélération est constante et calculer.
3. Quelle est la nature de la trajectoire du mobile ? Que représente A ?
4. Quelles sont la direction et le sens du vecteur-accélération ?

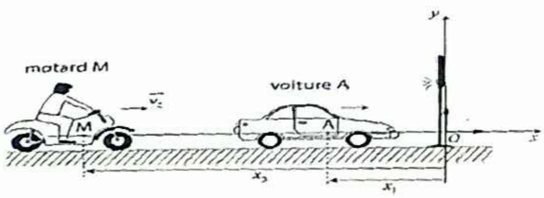
Exercice 22

1. On supposera les mouvements rectilignes. Un athlète A arrive à vitesse constante de $7m.s^{-1}$; il passe le relais à son coéquipier B. Le démarrage de B s'effectue avec une accélération constante de $2m.s^{-2}$ lorsque B se trouve a $10m$ devant A.
   (a) Etablir les équations horaires des deux athlètes.
   (b) Quel temps s'écoule entre le démarrage de B et le passage du témoin ?
   (c) Quelle distance est parcourue par B durant ce temps ? Quelle est sa vitesse à cette date ?
2. Un point M est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude $3cm$; à $t = 0s$, il passe au point d'abscisse $x = -1{,}5cm$ et se dirige alors dans le sens des élongations négatives. La fréquence du mouvement est de 10Hz.
   (a) Etablir les expressions de l'élongation x, de la vitesse v et de l'accélération a en fonction du temps.
   (b) A quelles dates, le mobile passe-t-il au point d'abscisse $x = -2\text{cm}$?

Exercice 23

Une voiture A est arrêté sur une route horizontale rectiligne a une distance $d_1 = 3m$ d'un feu rouge. Lorsque le feu passe au vert, à l'instant t=0, la voiture démarre avec une accélération constante $a_1 = 3m/s^2$. Au même moment un motard M roulant à une vitesse constante $V_2 = 54\text{km/h}$ se trouve à une distance $d_2 = 24m$ de la voiture. La voiture et le motard considéré comme des points matériels sont repère à l'instant à l'aide de leurs vecteurs positions respectives : $\overrightarrow{OA} = x_1\vec{i}$ et $\overrightarrow{OM} = x_2\vec{i}$. On choisira comme origine O des abscisses la position du feu tricolore.

1. Déterminer les équations horaires $x_1(t)$ et $x_2(t)$ de la voiture et du motard.
2. Déterminer les instants des dépassements ainsi que les positions de la voiture et du motard à ces instants
3. Si le motard roulait à la vitesse $V_2 = 36\text{km/h}$. Pourrait-il rattraper la voiture ?
4. (a) Calculer, dans ce cas, l'instant pour lequel la distance qui sépare le motard de la voiture est minimale.
   (b) En déduire cette distance.
5. Quelle est la vitesse minimale V_{min} du motard à partir de laquelle il pourra rattraper la voiture ?



Exercice 24

Une motocyclette, au repos à une lumière rouge, accélère uniformément dès que le feu passe au vert avec une accélération de $1{,}5m/s^2$. Elle atteint ainsi une vitesse V en $10s$, vitesse qu'elle maintient pendant $30s$. Elle freine ensuite uniformément pendant $5s$ pour s'immobiliser à un autre feu rouge.

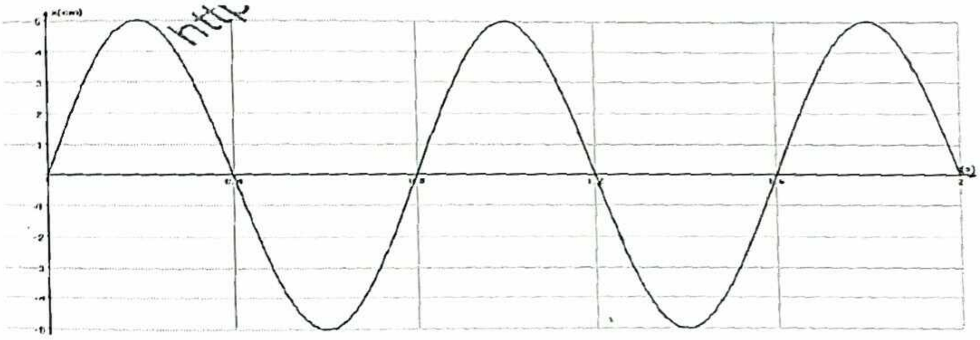
1. Déterminer la vitesse V atteinte à la fin de la phase d'accélération.
2. Quelle est la distance parcourue pendant son accélération ?
3. Quelle est la valeur a_2 de l'accélération au cours de la deuxième phase ? Justifier.
4. Calculer la distance parcourue pendant qu'elle se déplace à vitesse constante ?
5. Calculer la valeur a_3 de l'accélération au cours de freinage.
6. En déduire l'équation horaire du mouvement au cours du freinage.
7. Déterminer, par deux méthodes différentes, la distance parcourue au cours du freinage.
8. Quelle distance sépare les deux feux rouges ?

Exercice 25

Un mobile M décrit un mouvement rectiligne sinusoïdal sur un segment [AB].

A l'instant t=0s, le mobile part de A sans vitesse initiale. L'équation horaire de son mouvement est $x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$. La figure ci-dessous donne le graphe de x en fonction du temps.

1. Déterminer à partir du graphe :
   (a) L'amplitude X_m du mouvement ;
   (b) La période du mouvement. En déduire la pulsation du mouvement.
   (c) La phase initiale φ du mouvement.
   (d) La longueur du segment [AB]
2. (a) Déterminer l'expression numérique de la vitesse $V(t)$ du mobile M.
   (b) Montrer que l'accélération $a(t)$ et l'élongation $x(t)$ du mobile sont liées par la relation : $a(t) + \omega^2 x(t) = 0$
3. (a) Déterminer la date à laquelle le mobile M passe par la position $x = 2{,}5cm$ pour la deuxième fois en allant dans le sens négatif des élongations.
   (b) Préciser la nature de mouvement a cette date.



Exercice 26

Un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal. On écrira $x(t) = x_m \sin(\omega t + \varphi_x)$ et $\dot{x}(t) = v_{max} \sin(\omega t + \varphi_v)$

1. Trouver la relation entre v_{max} et x_m et la relation entre φ_x et φ_v.
2. La figure ci-dessous correspond à la courbe $v = f(t)$. Déduire de la courbe :
   (a) L'amplitude v_{max} de la vitesse et l'amplitude x_{max}
   (b) La pulsation ω du mouvement.
   (c) La phase initiale φ_v de la vitesse et la phase φ_x de l'élongation.
3. Ecrire l'expression de la vitesse instantanée en fonction du temps
4. (a) Ecrire la loi horaire du mouvement.
   (b) Déterminer la date t' du premier passage par la position d'abscisse $x = \frac{x_{max}}{2}$
5. (a) Montrer qu'à chaque instant, on a $a + \omega^2 x = 0$; a étant l'accélération instantanée.
   (b) Déduire l'élongation x_1 du mobile lorsque son accélération a_1 vaut $5m/s^2$.

Chapitre 2 : LA DYNAMIQUE DU POINT

L'essentiel du cours

Introduction

La dynamique, plus complète, étudie le mouvement en remontant à son origine. Elle fournit les lois qui associent les éléments cinématiques précédents d'une part, et les forces et leurs moments d'autre part.

I. Généralités sur la dynamique

1) Notion de force

- La force est toute cause (action) capable de mettre un corps en mouvement, de modifier le mouvement de ce corps ou de le déformer (dynamique-statique)
- La force est donc toute action capable de modifier la quantité de mouvement d'un système. Elle est définie par : $\vec{F}=\frac{d\vec{P}}{dt}$, $\vec{P}$ quantité de mouvement

2) Notion d'inertie d'un système

L'inertie d'un corps caractérise son incapacité de se mouvoir. Cette notion est liée à la masse du système.
Le centre d'inertie G d'un système ou centre de gravité est un point unique du système pseudo-isolé qui soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

3) Vecteur quantité de mouvement

a) Cas d'un point matériel

En mécanique classique, le vecteur quantité de mouvement $\vec{P}$ d'un point matériel de masse m animé d'une vitesse $\vec{V}$ est définie comme produit de la masse et de la vitesse : $\vec{P} = m\vec{V}$

$\vec{P}$
- Direction : celle de $\vec{V}$
- Sens : celui de $\vec{V}$
- Norme : $P = mV$

C'est donc, comme la vitesse, une grandeur vectorielle. L'unité dans le SI de la quantité de mouvement est le $kg.m/s$.

b) Cas d'un solide

La quantité de mouvement P d'un solide est la somme des quantités de mouvement P_i des n points qui le constitue : $\vec{P} = \sum\vec{P_i} = \sum m_i\vec{V_i}$ or $\vec{V_i} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \Rightarrow \vec{P} = \sum m_i\frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \frac{d}{dt}\sum m_i\overrightarrow{OG_i} = \frac{d}{dt}(M.\overrightarrow{OG})$

$\vec{P} = M\frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ or $\frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \vec{V_G} \Rightarrow \vec{P} = M\vec{V_G}$

La quantité de mouvement d'un système indéformable est le produit de sa masse par le vecteur vitesse de son centre d'inertie.

II. Théorèmes généraux de la dynamique

1) Principe d'inertie (1ère loi de Newton)

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, si la somme des forces extérieures appliquées à un système est nulle alors le centre d'inertie de ce système est soit au repos, soit en mouvement rectiligne uniforme (le vecteur vitesse du centre d'inertie $\vec{V_G}$ ne varie pas).

2) Relation fondamentale de la dynamique

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle de toutes les forces extérieures appliquées à un solide est égale à la dérivée par rapport aux temps du vecteur quantité de mouvement du solide à cet instant : $\sum\overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$

3) Théorème du centre d'inertie (2ème loi de Newton)

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de la masse du solide par l'accélération de son centre d'inertie : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}_G$

4) Loi des actions réciproques (3ème loi de Newton)

Enoncé : Lorsque deux solides S_1 et S_2 sont en interaction, les forces qu'ils exercent $\overrightarrow{F_{1/2}}$ et $\overrightarrow{F_{2/1}}$ sont en opposition, alors on a : $\overrightarrow{F_{1/2}} = -\overrightarrow{F_{2/1}}$

5) Théorème de l'énergie cinétique

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide, entre deux instants $t_{initial}$ et t_{final} est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au solide entre ces deux instants : $\Delta E_c = \sum W\overrightarrow{f_{ext}}$

NB : le TEC n'est pas une nouvelle loi de la mécanique classique, c'est une conséquence du TCI et une manière commode de résoudre une question.

6) Théorème de l'énergie mécanique

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie mécanique d'un solide (d'un système), entre deux instants t_i et t_f, est égale à la somme des travaux des forces non conservatives (forces de frottement)appliquées au solide (au système) entre ces deux instants.

$$\Delta E_m = \sum W\left(\vec{F}\ non\ conservative\right) = \sum W\left(\vec{F}\ frottement\right)$$

7) Théorème de l'énergie potentielle

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie potentielle d'un système, entre deux instants t_i et t_f, est égale à l'opposé de la somme des travaux des forces intérieures appliquées au solide (au système) entre ces deux instants : $\Delta E_p = -\sum W\overrightarrow{f_{int}}$

Remarque : l'énergie mécanique d'un système soumis uniquement à des forces conservatives est constante.

Système	$E_{mécanique} = E_{cinétique} + E_{potentielle}$
Particule dans champ de pesanteur	$E_m = \frac{1}{2}mV^2 + mgz$
Particule dans un champ de force électrique	$E_m = \frac{1}{2}mV^2 + qu$
Particule dans un champ de force élastique	$E_m = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2$

8) Théorème de l'accélération angulaire

Enoncé : Dans un référentiel galiléen, la somme des moments des forces extérieures appliquées à un système (ou un solide) mobile autour d'un axe est égale au produit du moment d'inertie du système (ou du solide) par rapport à l'axe de rotation par son accélération angulaire : $\sum \mathcal{M}_\Delta(\overrightarrow{F_{ext}}) = J_\Delta\ddot{\theta}$

Où $\ddot{\theta}$ est l'accélération angulaire instantanée du solide et J_Δ le moment d'inertie du système par rapport à l'axe de rotation Δ.

J_Δ est une grandeur qui caractérise la répartition de masse autour de l'axe Δ du solide.

L'unité SI de moment d'inertie est $kg.m^2$.

III. Choc et interaction

On appelle choc, le contact de faible duré entre deux mobiles dont l'un au moins est en mouvement. Si au lieu de contact il y a des forces à distances, on portera d'interaction.

Dans les deux cas, la durée est supposée faible pendant la durée très brève, de la collision. Les forces extérieures éventuelles sont négligeables par rapport aux forces intérieures alors on peut considérer le système comme isolé donc il y a conservation de vecteur quantité de mouvement du système :

Avant choc Après choc

$$\overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_2} = \overrightarrow{P_1'} + \overrightarrow{P_2'}$$

1) **Choc élastique**

Le choc est dit élastique lorsqu'il y a également conservation de l'énergie cinétique du système.

2) **Choc mou ou inélastique**

Le choc est dit inélastique s'il n'y a pas conservation de l'énergie cinétique.

Une partie de l'énergie cinétique se transforme en chaleur ou en énergie de déformation pour que le problème ait une solution.

Il faut des conditions simplement sur la nature de la collision à savoir par exemple avec encastrement.

$$\begin{cases} \overrightarrow{P_{avant\ choc}} = \overrightarrow{P_{après\ choc}} \\ E_{cf} \neq E_{ci} \text{ en effet, } E_{cf} < E_{ci} \end{cases}$$

IV. Dynamique du mouvement circulaire uniforme

Dans un mouvement circulaire uniforme, l'accélération est centripète : $\vec{a} = \overrightarrow{a_n}$ or d'après le TCI :

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a} = m\overrightarrow{a_n}$

- $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{F}$: l'est également et on lui donne le nom de force centripète notée $\overrightarrow{F_C}$.
- Alors on a : $\overrightarrow{F_C} = M\vec{a} = M\frac{V^2}{R_c}\vec{n} = M\omega^2 R_C\vec{n}$

Dans un système galiléen, le mouvement circulaire uniforme est provoqué par des forces dont la somme vectorielle est la force centripète $\overrightarrow{F_C}$ d'intensité : $F_C = M\frac{V^2}{R_c} = M\omega^2 R_C$.

Méthode de résolution d'un problème mécanique

1. Identifier le système à étudier après construction ou reproduction du schéma.
2. Rappeler le type de référentiel galiléen
3. Faire le bilan des forces extérieures appliquées au système et les représenter sur le schéma.
4. Appliquer la RFD (ou TCI) ou TAA. NB : Faire appel aux autres théorèmes généraux si non.
5. En déduire éventuellement les conséquences cinématiques

Exercices

Exercice 1

Un solide de masse m glisse sans vitesse initiale sur un plan incliné non lisse d'un angle α sur l'horizontale. En supposant que le solide est animé d'un mouvement de translation et que les forces qui lui sont appliquées sont constantes.

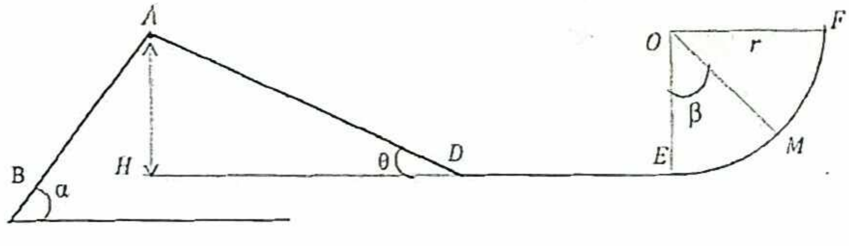
1. Etablir l'expression de l'accélération :
   - En appliquant le théorème du centre d'inertie.
   - En appliquant le théorème de l'énergie cinétique.
2. Donner les équations horaires sachant qu'à t=0, $x_0 = 0$

Exercice 2

On considère le dispositif ci-dessous.

1. Un solide supposé ponctuel de masse $m = 200g$, glisse de la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné faisant un angle $\alpha = 30°$ avec le plan horizontal. Le solide est abandonné en A sans vitesse initiale.
   (a) En considérant les frottements négligeables, déterminer l'accélération du centre d'inertie du solide. En déduire l'équation horaire du mouvement
   (b) Calculer la durée du parcours AB. Déterminer la vitesse v_B en B
   (c) En réalité, cette durée est égale à $1{,}3s$. En admettant l'existence d'une force de frottement $\vec{f}$ constante, opposée au vecteur vitesse. Déterminer la valeur de cette force de frottement.
2. Le solide est maintenant lancé vers le point D et se déplace sur la piste ADEF les frottements sont négligeables sur les parties AD et EF de la piste. Entre D et E, il existe des forces de frottement dont la résultante $\vec{f}$ est de direction parallèle à DE et de valeur $f = 0{,}9\text{N}$.
   (a) Le solide est lancé de A avec une vitesse $v_A = 1m/s$ et atteint D à la vitesse $v_D = 6m/s$.
      - Déterminer la distance AH ;
      - En déduire l'angle θ dont est inclinée la portion AD par rapport à l'horizontale.
   (b) Le solide aborde la portion DE. Déterminer la vitesse v_E en E.
   (c) Le solide s'arrête en M sur la portion de piste de EF. Déterminer l'angle β, caracteriser la position de M.
   (d) Déterminer l'expression de la réaction de la glissière en M.
   (e) Déterminer la vitesse minimale v_{Amin} que le solide doit posséder en A pour qu'il puisse atteindre F.

   Données : $AB = 2m$; $AD = L = 5m$; $DE = L' = 3m$; $OE = OF = r = 2m$; $g = 10\text{N/kg}$



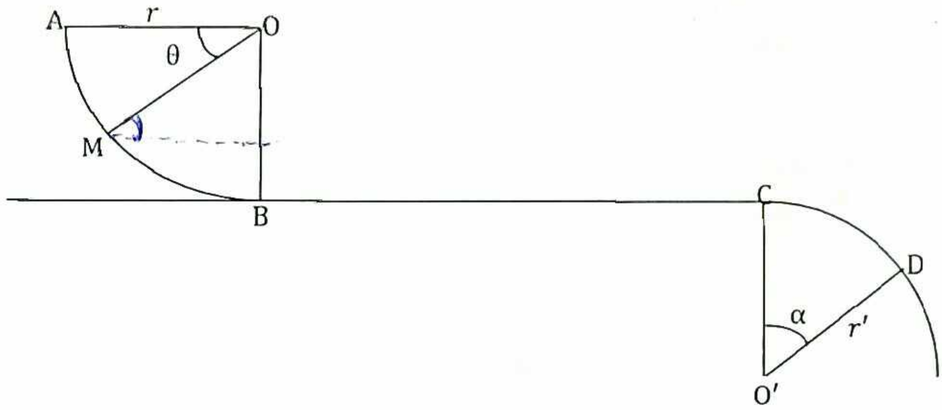
NB : Pour chaque formule littérale demandée, faire l'application numérique correspondante.

Exercice 3

Un véhicule de masse $m = 10000\text{kg}$, est en mouvement sur une route incliné de l'angle angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal. Au cours de son mouvement le véhicule est constamment soumis à une force de frottement $\vec{f}$ d'intensité 400N et son centre d'inertie G d'écrit la plus grande pente représentée par l'axe $x'x$

frottements y sont négligeables. Le mobile est lancé en A avec une vitesse initiale $V_A = 2m/s$, verticale et dirigé vers le bas.

1. Etablir l'expression de la vitesse V_M du mobile en M en fonction de V_A, g, r et θ. Faire l'application numérique au point B.
2. Etablir l'expression littérale du module R de la réaction en fonction de m, g, r, θ et V_A. Faire l'application numérique au point B.
3. La partie BC est rectiligne et rugueuse. On peut assimiler les forces de frottements à une force unique f, constante et opposé au mouvement.
   (a) Sachant que $V_C = 2m/s$, calculer f.
   (b) Calculer le travail des forces de frottements sur le trajet BC.
4. Le mobile poursuit son mouvement avec la vitesse au point C mais sans frottement entre C et D. A un instant t quelconque, sa positon au pont M est repérée par son abscisse angulaire $\alpha = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OD})$.
   (a) Etablir l'expression de la vitesse du mobile au pont D en de V_C, g, r et α. Faire l'application numérique pour $\alpha = 30°$
   (b) Etablir l'expression du module R de la réaction en D en fonction de m, g, r, α et V_C. Faire l'application numérique pour $\alpha = 30°$
   (c) Montrer que le solide quitte la piste pour une valeur de α que l'on calculera. Données : $m = 150g$; $g = 10m/s^2$; $BC = l = 2m$; $r = r' = 1m$.



Exercice 10

On constitue un accéléromètre en fixant au plafond d'un véhicule, un fil de masse négligeable qui soutient une petite masselotte de masse M.

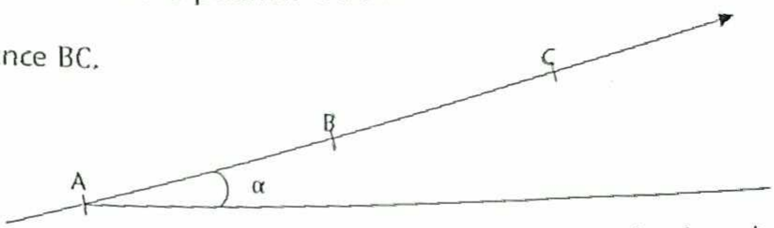
1. Le véhicule démarre d'un mouvement uniformément accéléré.
   (a) Dans quel sens le fil de l'accéléromètre dévie-t-il ?
   (b) Le fil prend alors, par rapport à la verticale, une inclinaison $\alpha_1 = 13°$.
2. Calculer l'accélération a_1 du mouvement de démarrage2) Lorsque le véhicule est lancé, d'un mouvement uniforme à la vitesse de $72km.h^{-1}$, comment se place le fil ?
3. Le véhicule passe de la vitesse de $72km.h^{-1}$ à la vitesse nulle, d'un mouvement uniformément retardé, en un temps égal à 10 s.
   (a) Dans quel sens dévie maintenant le fil de l'accéléromètre ?
   (b) Calculer l'angle α_2 qu'il forme avec la verticale. On prendra $g = 9{,}8\,m.s^{-2}$.

Exercice 11

1. Le solide de masse $m_1 = 55kg$ est lancé d'un point 0 avec une vitesse initiale $V_0 = 2m/s$. Les forces de frottements exercées sur le solide équivalentes à une force $\vec{f}$ parallèle à la trajectoire d'intensité $f = 44N$ on prendra $g = 10m/s^2$
   (a) Déterminer l'équation horaire du mouvement.
   (b) Calculer la durée t_1 de la descente.
   (c) Déterminer la norme V_B de la vitesse en B.

1) Sous l'effet d'une force $\vec{F}$ développe par le moteur et de même direction que la ligne de plus grande pente le véhicule quitte la position A avec une vitesse nulle et atteint la position B avec la vitesse $\overrightarrow{V_B}$ de valeur $20m/s$.
Déterminer la valeur de la force $\vec{F}$. On donne $AB = 100m$ et $g = 10m/s^2$

2) Lorsque le véhicule passe par la position B, la force motrice $\vec{F}$ est supprimée le véhicule continue son mouvement jusqu'à atteindre la position C ou sa vitesse s'annule.
x
Déterminer la valeur de la distance BC.



Exercice 5
Une bille de masse $m = 100g$ est suspendu en un point O par un fil inextensible de longueur $\ell = 1$ m et de masse négligeable. Le pendule ainsi constitué peut effectuer des oscillations de part et d'autre de sa position d'équilibre. On l'écarte de la verticale d'un angle $\theta_o = 45°$ et on l'abandonne sans vitesse initiale. On suppose les frottements négligeables ($g = 10$ m. s^{-2}).

1. A l'instant t, le fil fait un angle θ avec la verticale. Exprimer les coordonnées du vecteur-accélération dans le repère de Frenet en fonction de θ, θ_o et g.
2. Calculer la norme de l'accélération a dans les trois cas : $\theta = \theta_o$; $\theta = 30°$; $\theta = 0°$.
3. Exprimer la norme de la tension en fonction de θ, θ_o et g. La calculer dans les trois cas précédents.

Exercice 6
La cabine d'un ascenseur de masse M = 1600 kg s'élève directement, du rez-de-chaussée au dernier étage d'une tour, sur une hauteur H

1. La montée comporte trois phases :
   a) Durant $t_1 = 2{,}8\ s$, le mouvement est uniformément accéléré ;
   b) Durant $t_2 = 8{,}0\ s$, le mouvement est uniforme sur une distance $d_2 = 52\ m$;
   c) Durant $t_3 = 3{,}5\ s$, le mouvement est uniformément retardé jusqu'à l'arrêt.
   Calculer la hauteur H.
2. Calculer la tension du câble de traction au cours de chacune des trois phases de la montée.

Exercice 7
Un solide (C) assimile à un point matériel de masse $m = 100g$ est lancée a $t = 0s$ d'un point d'origine du repère $(O,\vec{j})$ avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de valeur $8m/s$ vers un point A d'un point incliné faisant un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale. Au cours de sa montée le mobile est soumis à une force f constante et opposée au vecteur-vitesse.

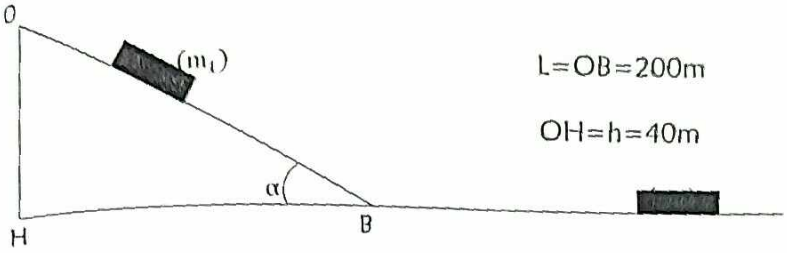
1. Représenter sur un schéma clair les forces appliquées au solide (C).
2. (a) Par application de la R.F.D. déterminer l'expression de l'accélération $\vec{a}$ du mouvement.
   (b) Déduire la nature du mouvement de (C).
3. La vitesse de (c) s'annule lorsqu'il atteint le point A situé à la distance $d = OA = 4m$.
   (a) Calculer l'accélération a.
   (b) Déduire la valeur de la force de frottement $\vec{f}$.
4. Déterminer la valeur de sa vitesse lorsqu'il repasse par le point O. On donne $g = 10\mathrm{m}/s^2$

Exercice 8
Une luge glisse sans frottement le long, d'un plan incliné rectiligne, du sommet et sans vitesse initiale.

1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique que l'on énoncera à la luge, établir la relation entre sa vitesse V la distance x, l'intensité g de la pesanteur et l'inclinaison α du plan.
2. En déduire l'expression littérale de l'accélération a du mouvement.
3. La pente a pour longueur $l = 10m$; la luge atteint le bas à la vitesse $V = 9{,}9\mathrm{m}.s^{-1}$.
   En déduire la valeur de l'inclinaison α de la pente

Exercice 9
Un mobile de masse m suppose ponctuel peut glisser le long d'une piste ABCD (figure). Les parties curvilignes AB et CD sont des quarts de cercle parfaitement lisses de telle sorte que les forces de

2. Au bas de la pente le solide aborde une piste horizontale verglacée sans frottement. Il s'accroche à un autre solide de masse $m_2 = 60kg$. Quelle est la vitesse de l'ensemble des deux mobiles après le choc ? L'énergie cinétique est-elle conservée ? Conclure.



Exercice 12

Un solide assimilable à un point matériel, de masse m, se déplace sur une piste formée de deux parties

- La portion AB est un arc de cercle de centre O, de rayon et d'angle $\theta = (\widehat{\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}})$
- La portion BC est horizontale

On lance le solide à part du point A une vitesse $\overrightarrow{V_A}$ tangente au cercle. On donne $m = 100g$, $r = 1{,}5m$, $g = 9{,}8m.s^{-2}$, $V_A = 2m.s^{-1}$ et $\theta = 60°$

1. On suppose les frottements négligeables sur la portion AB
   (a) Etablir l'expression de la vitesse V_B en B en fonction de V_A, g, r et θ
   (b) Etablir l'expression de la réaction R_B en B en fonction de V_B, g, r et m
   (c) Calculer numériquement V_B et R_B
2. Entre B et C existent des frottements assimilables à une force $\vec{f}$ constante et colinéaire au vecteur-vitesse.
   (a) Montrer que le mouvement entre B et C est uniformément retardé.
   (b) Déterminer l'expression puis la valeur de la force de frottement sachant que $V_C = 2m.s^{-1}$ et que $BC = d = 2m$.

Exercice 13

Dans tout le problème, on prendra $g = 10m/s^2$. Un fusil de masse $M = 3{,}6kg$ tire suivant une axe horizontale Ox des balles de masse $m = 10g$. La vitesse d'une balle à la sortie du canon est $V_0 = 200m/s$. Chaque balle est assimilée à un point matériel et située avant la mise à feu à la distance $L = 50cm$ de la sortie O du canon sur l'axe Ox de celui.

1) On suppose que le mouvement de la balle à l'intérieur du canon est rectiligne et uniformément varié suivant l'axe du canon. Calculer :
   (a) L'accélération de ce mouvement.
   (b) Le temps θ écoulé entre la mise à feu et la sortie de la balle et fusil.
2) On considère comme isolé le système constitué par la balle et le fusil.
   (a) Etablir l'expression de la vitesse $\vec{V}$ du recul du fusil et celle de son énergie cinétique à la date θ où la balle sort du canon.
   (b) L'épaule du tireur s'oppose au retour du fusil en développant une force supposée constante de module f. Sachant que la crosse du fusil s'immobilise après un parcourt d=2cm. Calculer f.

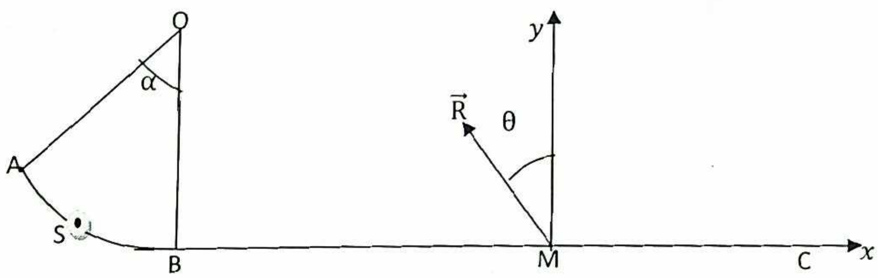
Exercice 14

1. Un traîneau peut glisser en suivant la plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α. La réaction $\vec{R}$, somme des forces de contact du sol sur le solide, comporte une composante $\overrightarrow{R_n}$ normale au plan et une composante $\overrightarrow{R_t}$ parallèle au plan incliné et de sens opposé au vecteur vitesse du solide. On montre expérimentalement que lorsqu'il y a mouvement : $\frac{R_t}{R_n} = f$, où f est le coefficient de frottement qui dépend de l'état des surfaces en contact.
2. S'il n'y a pas mouvement : $\frac{R_t}{R_n} < f$.
   (a) Exprimer l'accélération du solide en fonction de α, f et g (accélération de pesanteur).
   (b) Calculer la valeur de α_m minimale pour que le glissement ait lieu. Données : g = 9,8 $m \cdot s^{-2}$; f = 0,15.
   (c) Calculer l'accélération pour $\alpha = 2\,\alpha_m$.
3. Calculer l'angle $\beta = (\overrightarrow{R_n}, \vec{R})$ et la norme $\vec{R}$ sachant que la masse $m = 500g$.

Exercice 15

Une piste ABC est formée de deux parties AB et BC situées dans un même plan vertical. AB est une portion circulaire de rayon r et de centre O, telle que $(\widehat{\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}}) = \alpha$. BC est une partie rectiligne verticale horizontale. Une bille de masse m=150g assimilée à un point matériel part sans vitesse initiale du point A et glisse le long de la piste ABC. Il n'existe pas de frottement sur la portion AB.

1. Faire l'inventaire des forces extérieurs agissant sur la bille entre A et B. Représenter ces forces sur schéma au point S. on fera apparaitre sur ce schéma la tangente sur la piste en ce point.
2. Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   (a) En utilisant ce théorème, déterminer l'expression de la vitesse V_B de la bille en B en fonction de r, g et α.
   (b) Faire l'application numérique pour $r = 0{,}75m$, $\alpha = 30°$ et $g = 10m.S^2$
3. La bille évolue maintenant sur la partie BC. L'existence des forces de frottement fait que la réaction exercée par la piste sur la bille est inclinée d'un angle θ = 15 °par rapport à la verticale. On suppose que la valeur de $V_B = 1{,}4m/s$.
   (a) En appliquant le théorème du centre d'inertie à la bille :
   - Montrer que $R = \frac{mg}{\cos\theta}$. Calculer sa valeur.
   - Etablir l'expression de l'accélération en fonction de g et θ. Faire AN.
   (b) Déduire de 3.a.2, la nature du mouvement de la bille entrer B et C.
   (c) Etablir l'équation horaire du mouvement, en considérant pour origine des espaces le point B et pour origine des dates, l'instant où la bille passe en B.



Exercice 16

On étudie le mouvement d'un wagonnet S dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Ce solide, de masse m, est initialement au repos en A.

On le lance sur la piste ACD représentée sur la figure, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ horizontale et sa valeur F constante. On pose AB=l. la portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi-cercle de centre O et de rayon r, ces deux portions sont dans un même plan vertical. On suppose que la piste ACD est parfaitement lisse et que la résistance de l'air est négligeable.

1. On étudie le mouvement du solide entre A et B :

(a) Déterminer l'accélération a du solide puis donner l'expression de sa vitesse V en fonction de F, m et la distance parcourue.

(b) Donner l'expression de V_B en fonction de F, l et m.

2. Avec quelle vitesse aborde-t-il la piste en C ?
3. On étudie le mouvement du solide entre C et D.

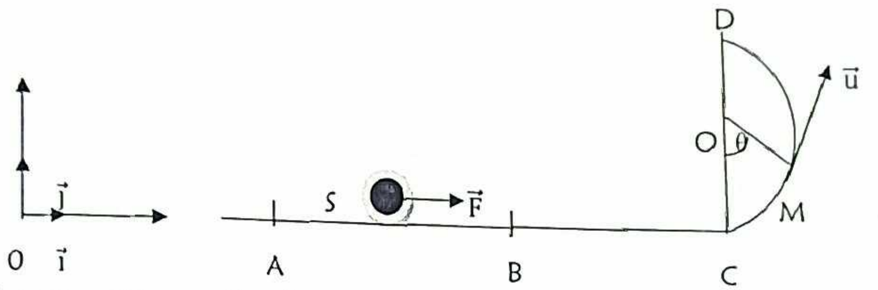
(a) Faire l'inventaire de forces extérieures qui s'exercent sur le solide.

(b) A l'aide au repère de Freinet, donner les expressions de $\frac{dV}{dt}$ et $\frac{V^2}{r}$ en fonction de m, g, R (R valeur de la réaction de la piste) et de l'angle θ.

(c) On admet que : $V = r\frac{d\theta}{dt}$. Montrer que l'expression : $V^2 - V^2{}_B = 2gr(\cos\theta - 1)$ est en accord avec l'expression de $\frac{dV}{dt}$ donnée au 3-b).

(d) En déduire une expression de la valeur R de la réaction de la piste.

4. De l'expression de R, déduire en fonction de m, g, r et l, la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D. Calculer F_0



Données : $m = 50kg$; r=3m; $l = 4m$ et $g = 10m/s^2$

Exercice 17

Dans un stand de fête foraine, un objet (S), de masse $m = 5kg$ assimilable à un point matériel, est placée sur des rails horizontaux de longueur AB. Pour « **tester sa force** », une personne pousse cette masse avec une force $\vec{F}$, constante, horizontale pendant une durée t=3s.

1. Déterminer :

(a) La nature du mouvement de (S), en supposant que (S) glisse sans frottement sur les rails en partant de la position de repos.

(b) Sachant qu'à la fin de la période de lancement (S) à une vitesse à 6m/s. calculer la valeur numérique de la force $\vec{F}$ appliquée.

(c) La distance de lancement AB et le travail effectué par la personne.

2. Arrivé en B, (S) doit s'élève sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30\,°$par rapport au plan horizontal.

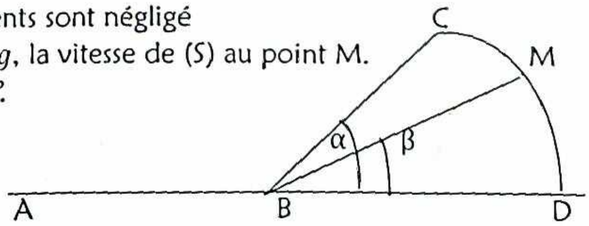
(a) En supposant les frottements négligeables, et le plan incliné suffisamment long.
Quelle longueur devrait parcourir l'objet (S) sur le plan incliné jusqu'à ce que sa vitesse s'annule ? (On prendra $g = 10m/s^2$).

(b) En réalité, on constate que (S) parcourt la distance $BC = l_1 = 3m$ le long du plan incliné. En supposant que les frottements sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ parallèle au plan incliné et dirigée en sens contraire du vecteur-vitesse $\vec{V}$. Calculer la norme de $\vec{f}$.

3. A l'extrémité C du plan incliné BC, le mobile (S) aborde sans vitesse une piste circulaire CD de centre B et de rayon $BC = l_1 = 3m$. La position de l'objet (S) sur la piste circulaire CD est repérée par l'angle $\beta = (\overrightarrow{BD}, \overrightarrow{BM})$. Les frottements sont négligé

(a) Exprimer en fonction de l_1, α, β et g, la vitesse de (S) au point M.

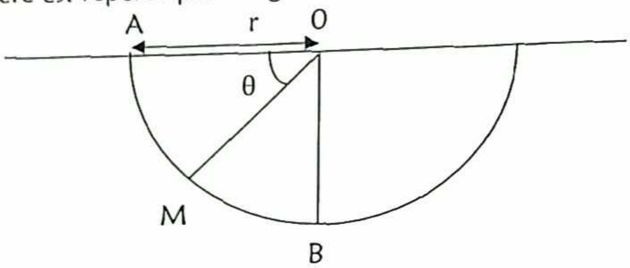
(b) Calculer cette vitesse pour $\beta = 20°$.



D'après Bac Série C/E du Tchad 2010

Exercice 18

Un mobile, assimilable à un point matériel de masse $m = 10g$, peut glisser à l'intérieur d'une demi-sphère de centre O et de rayon r=1,25m. On lâche du point A sans vitesse initiale. Sa position à l'intérieur de la demi-sphère est repérée par l'angle θ.

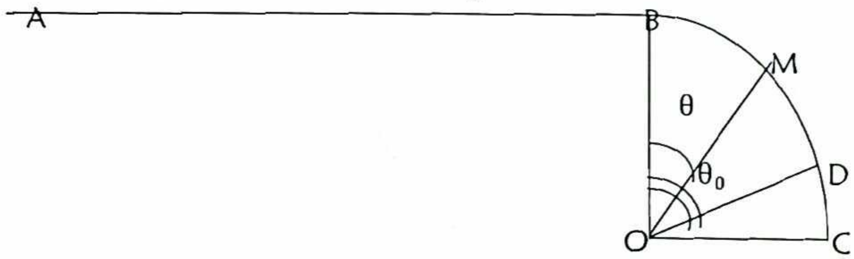


1. On admet que le solide S glisse sans frottement.
   (a) Exprimer la valeur de la vitesse au point M en fonction de g, r et θ. Calculer sa valeur numérique au point B. On donne $g = 10\text{m.s}^{-2}$.
   (b) Quelles sont, en M, les caractéristiques de la force $\vec{R}$ exercée par la demi-sphère sur le solide ? Exprimer R en fonction de g, m et θ. Calculer sa valeur numérique au point B.
2. En réalité, le solide S arrive en B avec une vitesse de $4{,}5\text{m.s}^{-1}$. Il est donc soumis à une force de frottement dont on admettra qu'elle est de même direction que le vecteur-vitesse $\vec{V}$ du mobile, mais de sens opposée et de valeur constante.
   (a) Calculer le travail W transférée par la force de frottement du solide.
   (b) Le travail de la force de frottement est égal à $W = -f \times l$, l : longueur de la trajectoire entre A et B. calculer f.

Exercice 19

Un mobile de masse $m = 1kg$ est lancé à $t_0 = 0$ d'un point A avec une initial $\overrightarrow{V_0}$. La première partie du trajet se déroule sur un rail horizontal de longueur AB=l=2m. Au cours de cette phase, le mobile est soumis à une force de frottement constante $\vec{f}$. En B, le mobile aborde un rail circulaire (centre O, rayon r=5m). Au cours de cette seconde phase, on néglige tout frottement. On donne $g = 10\text{m}/s^2$; $\theta = (\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OM})$; $\theta_0 = (\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OD})$

1. Exprimer en fonction de V_0 , l, m et f ; la vitesse V_B du mobile en B.
   Application numérique : $V_0 = 10m/s$; $f = 20\text{N}$. Calculer V_B.
2. Déterminer en fonction de V_0, l, m, f, r, g et θ l'expression de la vitesse V_M du mobile au point M repère par l'angle θ.
3. Exprimer en fonction de V_0, l, m, g, r et f la valeur particulière θ_0 de θ pour laquelle le mobile quitte le rail en D ; calculer alors la vitesse V_D.



Exercice 20

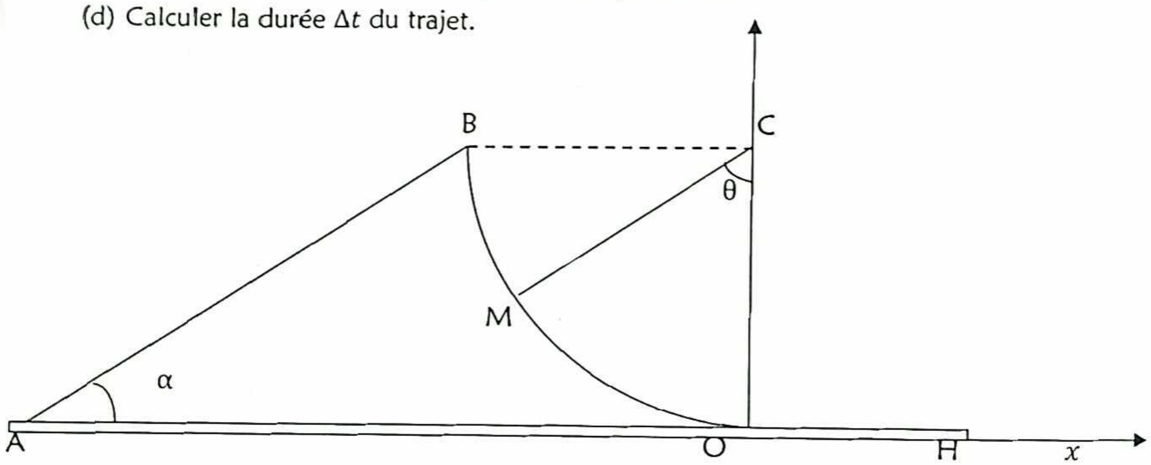
A l'intérieur d'un guide circulaire de rayon r, un mobile ponctuel peut glisser sans frottement dans un plan vertical (fig.) Il est repéré par l'angle θ à un instant t. Le mobile est lancé en O avec une vitesse V_0 horizontale.

1. Exprimer l'accélération $\vec{a}$ du mobile par rapport au référentiel du laboratoire en projection dans le repère de Frenet.
2. Exprimer la vitesse en M en fonction de V_0, r, g et θ .
3. Déterminer la norme R de la réaction $\vec{R}$ du guide en M en fonction de m, V_0, r, g, θ.
4. La réaction $\vec{R}$ est toujours dirigée de M vers C, si non le mobile quitte le guide.

- Un tronçon circulaire BO de centre C
- Une piste rectiligne horizontale OH sur laquelle existent des frottements

Données : m=200g ; BC=CO=r=4m ; $\alpha = 30°$ et $g = 10m.s^{-2}$

1) **Montée du tronçon AB :** Le solide est lancé de A vers B.
   (a) Déterminer l'accélération du mouvement entre A et B et en déduire la nature de son mouvement.
   (b) Calculer la valeur minimale avec laquelle il faut lancer le solide en A pour qu'il arrive en B avec une vitesse nulle.
2) **Descente sur le tronçon BO.**
   Le solide quitte le point B avec une vitesse nulle. A un instant quelconque, sa position M est repérée par son abscisse angulaire $\theta = (\widehat{\overrightarrow{CM}, \overrightarrow{CO}})$ (Voir figure ci – dessous)
   (a) Etablir l'expression de la vitesse linéaire du solide en M en fonction de g, θ et r
   (b) Etablir l'expression de la valeur de la réaction de la piste sur le solide au point M en fonction g, θ et m
   (c) Calculer la vitesse linéaire du solide au point O.
3) **Mouvement sur la partie OH**
   Le solide arrive en O à l'instant t=0 avec une vitesse horizontale $V_0 = 8{,}9m.s^{-1}$. Le mouvement du solide est assimilé à celui d'un solide en translation rectiligne et les frottements sont équivalentes à une force $\vec{f}$, parallèle à (0_x) et de valeur $f = 0{,}4$N
   (a) Faire le bilan des forces agissant sur le solide et les représenter sur un schéma
   (b) Le solide étant assimilé à un point matériel. Etablir l'expression de l'accélération a_2 du solide en fonction de f et m. Calculer sa valeur.
   (c) En déduire la distance L=OH parcourue quand il s'arrête en H.
   (d) Calculer la durée Δt du trajet.



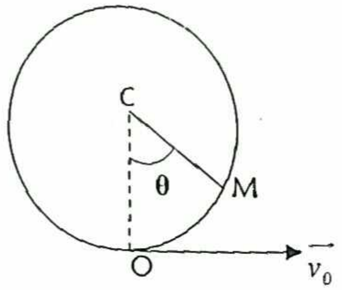
Exercice 23

Un skieur de masse $m = 80kg$, équipement compris prend le départ sur une piste de descente rectiligne incliné d'un angle $\alpha = 30°$.

1. Calculer l'accélération a_1 du skieur dans la descente sachant la piste étant verglacée. On néglige tout frottement sur la piste et l'air. On prendra g=9,8N/kg.
2. On suppose que le skieur part avec une vitesse initiale $V_0 = 2m/s$. Calculer sa vitesse V_1 lorsqu'il a parcouru la distance de $25m$.
3. La piste est maintenant recouverte de neige fraiche créant une force de frottement de valeur constante $f = 90$N de même direction que sa vitesse et sens opposé.
   Calculer la nouvelle accélération a_2 dans la descente.
4. On suppose que ce dernier part toujours avec la même vitesse initiale V_0.
   Calculer sa nouvelle vitesse V_2 lorsqu'il a parcouru la distance $d = 25m$.
5. Le skieur arrive dans la zone ou la valeur de l'angle d'inclinaison α est inconnue. Il descend d'un point A avec une vitesse $V_A = 1{,}5m/s$ à un point B dont les altitudes sont $h_A = 1850m$; $h_B = 1780m$ et $AB = l = 315m$.
   (a) Calculer sa vitesse lors de son passage en B.

(a) Pour quelle valeur de V_0, la réaction R s'annule-t-elle pour $\theta = \pi$? Calculer la vitesse V du mobile à cet instant en fonction de g et r. On donne $r = 2m$ et $g = 10m/s^2$

(b) On lance le mobile avec une vitesse V_0 telle que $V_0 = 4gr$. Pour quelle valeur de θ, le mobile quitte-il le guide ? Exprimer en fonction de g et r la vitesse en ce point.



Exercice 21

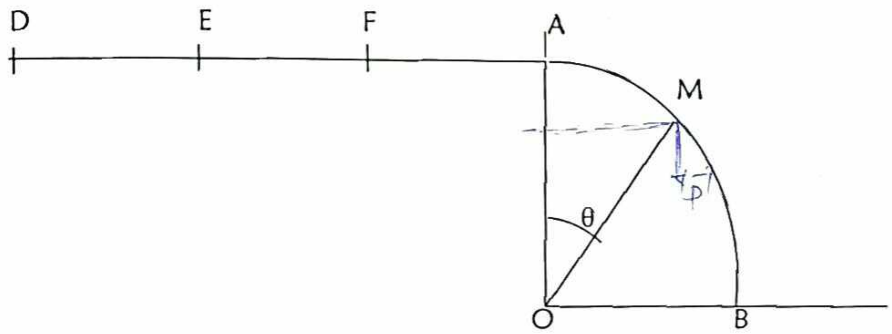
Un sportif dans son véhicule, démarre sans vitesse en un point D un mouvement sur une route rectiligne et horizontale (voir figure ci-dessous). La masse totale (sportif et véhicule) est de 90kg.

1) La phase de démarrage, considérée comme une translation rectiligne, a lieu sur un parcours du point D et E d'une longueur de 50m. Au point E, la vitesse la valeur de 5m/s. pendant cette phase, la vitesse est proportionnelle au temps compté à partir de l'instant de démarrage.

   (a) Quelle est la nature du mouvement sur le parcours DE ? Justifier. Vérifier que l'accélération du mouvement sur ce parcours est $0{,}25m/s^2$ puis établir l'équation horaire du mouvement.

   (b) Calculer la durée de la phase du démarrage.

   (c) En admettant que le mouvement est dû à la résultante d'une force motrice constante parallèle du mouvement et d'une force de frottement constante de norme égale au quart de la force de motrice, de sens contraire au mouvement. Calculer la valeur de la force de frottement.



2) A partir du point E, le véhicule parcours la distance EF=1100m à la vitesse constante de 5m/s. à partir au point F, le sport supprime la force motrice : le véhicule roule alors en roue libre et les frottements ont une valeur constante égale à 7,5N sur le parcours FA. Le véhicule parcourt la distance FA et arrive Au point A avec une vitesse nulle.

   (a) Déterminer la distance FA.

   (b) Calculer la durée totale du parcours du point D au point A.

3) Le véhicule aborde en A, sans vitesse initiale. Une piste AB, parfaitement polie, de forme circulaire et plan vertical. Sa position M est repérée par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM})$.

   (a) Exprimer en fonction de m ; g ; et θ, La réaction du plan au point M.

   (b) Déterminer la valeur de θ_1 de l'angle $\theta_1 = (\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM})$ quand le véhicule quitte la piste.

   (c) Montrer que le véhicule quitte la quand son accélération est égale à l'accélération de la pesanteur.

Exercice 22

Dans cet exercice, les trois parties sont indépendantes. Un solide assimilable à un point matériel de masse m, se déplace sur une piste ABOH situé dans un plan vertical. La piste comporte

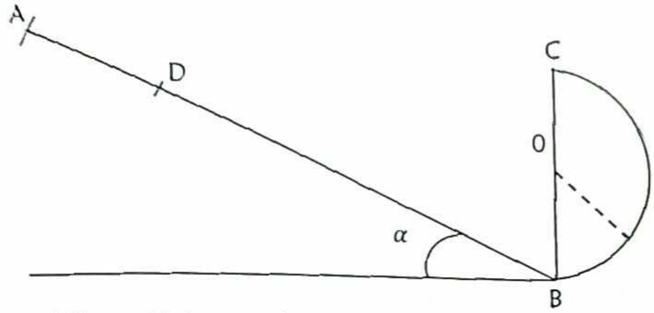
- Un tronçon rectiligne AB qui fait avec l'horizontal passant par A, de l'angle α

(b) En fait il arrive en B avec une vitesse $V'_{B} = 30m/s$. On suppose donc l'existence des forces de frottements de valeur constante pendant la distance AB. Calculer la valeur de cette force.

Exercice 24

Une piste est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur L=5,0m, inclinée d'un angle $\alpha = 15°$ avec l'horizontal ; suivi d'une partie circulaire de rayon r=0,5m. L'ensemble de la piste est situé dans un plan vertical.

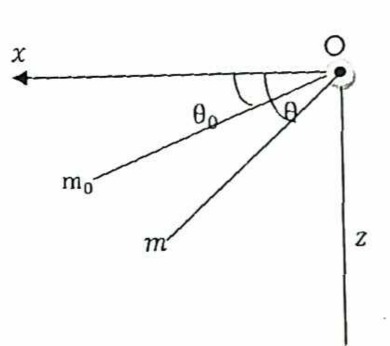
1. Un mobile ponctuel de masse $m = 200g$ est lâchée sans vitesse initiale. Il est soumis le long du trajet AB à une force de frottement constante $\vec{f}$. Il passe en B à la vitesse V_B de valeur 3,0m / s. L'intensité de pesanteur est $g = 9,8m / s^2$. Exprimer et calculer l'intensité de la force de frottement.



2. Le mobile se déplace maintenant sans frottement ; on le lâche sans vitesse initiale du point D situé entre A et B tel que DB=X. On suppose que le changement de pente en B ne provoque pas de variation de la vitesse.
   (a) Exprimer la vitesse V_C du mobile en C en fonction de r, α et x.
   (b) Exprimer en fonction r, g, m, α et x l'intensité de la réaction exercée par la piste sur le mobile en C.
   (c) Quelle valeur minimale faut-il donner à x pour que le mobile quitte la partie circulaire de la piste en C ?

Exercice 25

1) Une bille de masse m est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur l (voir figure). On écarte le fil de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (0_x; 0_{m_0})$ et on lance la bille dans le plan Oz avec un vecteur-vitesse $\vec{V}_0$ tangent au cercle de rayon l et diriger vers le bas. On repère la position de la bille par l'angle $\theta = (0_x; 0_m)$.
   (a) Exprimer la norme de la vitesse V de la bille en fonction des données à l'instant t.
   (b) Exprimer la tension T du fil en fonction de g, l, V_0, θ et m.
   (c) Exprimer la valeur minimale de la norme de V_0 pour laquelle la bille effectue un tour complet.
2) Le système est mis en mouvement de rotation uniforme autour de l'axe (0_z) avec une vitesse angulaire $\omega = 5rad/s$. On donne $m = 50kg$, $l = 50cm$ et $g = 9,8N/kg$.
   (a) Calculer l'angle α dont le fil s'écarte de l'axe (0_z).
   (b) Calculer la tension du fil.



Exercice 26

Pour éprouver sa force, un joueur dispose une piste sur laquelle il propulse puis abandonne un palet de masse m. La piste située dans un plan vertical est formée d'une partie rectiligne et horizontale, raccordée tangentiellement à un arc de cercle, raccordée à lui-même à une partie rectiligne inclinée. Le schéma représente la trajectoire suivie par le centre d'inertie G du palet (voir figure ci-dessous).

L'épreuve est réussie si G parvient en D, à une hauteur h_D au-dessus du plan horizontal qui contient AB.

Les frottements sont négligés dans les questions 1 et 2.

Une force de propulsion $\vec{F}$, constante, d'intensité F, est exercée sur le palet tout le long du trajet AA' de longueur AA' = ℓ.

Cette force cesse en A'. On prendra : accélération de la pesanteur $g = 10\ m.s^{-2}$.

1) Soit $\vec{v}$ la vitesse du centre d'inertie G du palet en A'.

a) Exprimer la valeur v_o de la vitesse de G en A' en fonction de F, ℓ et m ;

b) Exprimer v en fonction de h, dénivellation de P par rapport à A'.

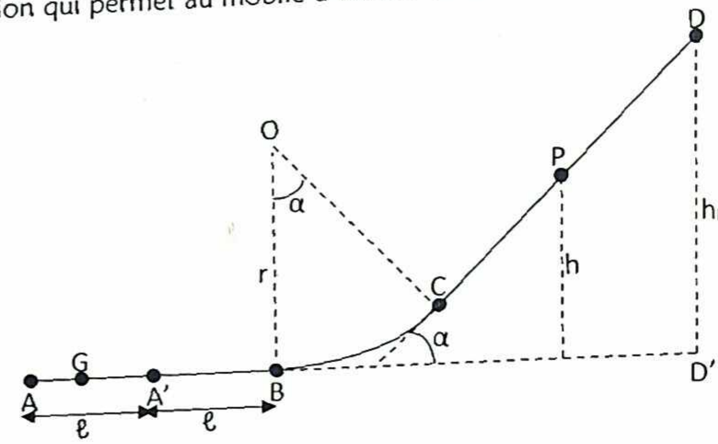
2) Déduire de la question précédente l'intensité F de la force de propulsion qui permet à G d'arrivée en D avec une vitesse nulle. On exprimera F en fonction de m, ℓ et h_D, puis on calculera F.

A. N : h_D = 2,5 m ; ℓ = 0,5 m ; m = 5 kg.

3) En fait entre A' et D, on admet qu'il existe des forces de frottement équivalentes à une force opposée à la vitesse, d'intensité 10 N.

Calculer la force F de propulsion qui permet au mobile d'arriver en D avec une vitesse nulle.

Donnée : r = 1 m ; $\alpha = \pi/4$.



Exercice 27

On considère un point matériel A, de masse $m = 100g$, suspendu à un point fixe O par un fil inextensible de masse négligeable de longueur $l = 1m$

1. Cet ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe (D) vertical passant par O. Le point matériel A décrit alors un cercle dans un plan horizontal et la direction fait un angle α = 30° avec l'axe (D)
   (a) Quelle est la vitesse angulaire ω de rotation de l'ensemble ?
   (b) Quelle est la tension du fil ?
   (c) A partir de quelle vitesse angulaire ω_{min} la bille A se décolle-t-elle de l'axe ?
   (d) Pour quelle valeur de ω, de l'angle α est égal à 90° ?
2. Le fil suspendu est remplacé par un ressort à spires non jointives de longueur à vide $l_0 = 20cm$, de coefficient de raideur k = $49rad/s$. Le point A décrit un cercle dans le plan horizontal, l'axe du ressort étant incliné sur la verticale d'un angle β
   (a) Calculer la longueur du ressort lors de ce mouvement
   (b) En déduire l'angle β

Exercice 28

Soit un ressort à spires non jointives de constante de raideur k=32N/m et de longueur à vide $l_0 =$ 18cm. On fixe à l'extrémité inférieure de ce ressort un solide supposé ponctuel de masse $m = 200g$. L'ensemble coulisse sur une tige (T) soudée en O sur l'axe de rotation (Δ) vertical. On fait tourner uniformément le système autour de l'axe (Δ). La tige fait alors un angle $\alpha = 30°$ par rapport à la verticale (figure ci-contre). Données $g = 10m.s^{-2}$

Chapitre 3 : MOUVEMENT D'UN PROJECTILE

L'essentiel du cours

1. Etude libre rectiligne

a) Définition

Un solide est en chute libre s'il n'est soumis qu'à son poids $\vec{P}$.

b) Etude dynamique

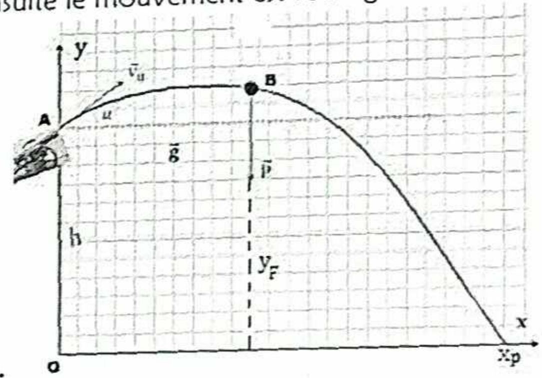
Un projectile de masse m est lancé à partir d'un point O verticalement vers le haut avec une vitesse $\vec{V_0}$ à l'instant de date t=0.

* Système : un projectile de masse m
* Référentiel : terrestre supposé galiléen (TSG)
* Bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$ (résistance de l'air négligeable).

D'après le TCI, $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{array}\right. \qquad \vec{v}\left|\begin{array}{l} v_x = 0 \\ v_z = -gt + v_0 \end{array}\right. \qquad \overrightarrow{OM}\left|\begin{array}{l} x = x_0 = 0 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \end{array}\right.$$

Remarque : Si v_0 est initialement dirigée vers le haut, le mouvement est d'abord rectiligne unifomément decéléré.
Au point le plus élévé v=0, ensuite le mouvement est rectiligne uniformément accéléré vers le haut.



2. Etude parabolique :

* **Accélération du centre d'inertie**

Dans le champ de pesanteur, le projectile n'est soumis qu'à son poids $\vec{P} = m\vec{g}$.

D'après le TCI, $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{array}\right. \qquad \vec{v}\left|\begin{array}{l} v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \end{array}\right.$$

* **Vecteur vitesse $\vec{v}$**

Le vecteur vitesse $\vec{v}$ primitif de $\vec{a}$ est :

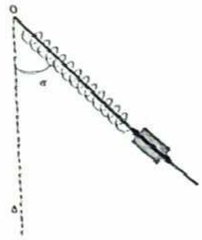
$$\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin\alpha \end{array}\right.$$

* **Vecteur position $\overrightarrow{OM}$**

Le vecteur position $\overrightarrow{OM}$ primitif de $\vec{v}$ est :

$$\overrightarrow{OM}\left|\begin{array}{l} x = (v_0 \cos\alpha)t \end{array}\right. \qquad \text{avec } x_0 = 0 \text{ et } y_0 = h$$

1. Faire le bilan des forces appliquées au solide S et les représenter. On négligera la résistance de l'air ainsi que les frottements sur la tige
2. Calculer la tension T du ressort sachant que l'intensité de la force de réaction vaut $R = 0{,}268N$
3. Calculer les vitesses angulaire ω et linéaire V du solide S.



$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\alpha)t + h$$

Remarque : $z = 0$, le mouvement est plan et s'effectue dans le plan xOy. La projection du mouvement sur l'axe Ox est un mouvement uniforme alors que la projection du mouvement sur l'axe Oy est un mouvement uniforme varié.

- **Equation de la trajectoire**

L'équation de la trajectoire est de la forme : $y = -\frac{1}{2}\frac{g}{2v_0^2\cos^2(\alpha)}x^2 + x\tan(\alpha) + h$

D'où la trajectoire est une parabole.

a) **Portée horizontale**

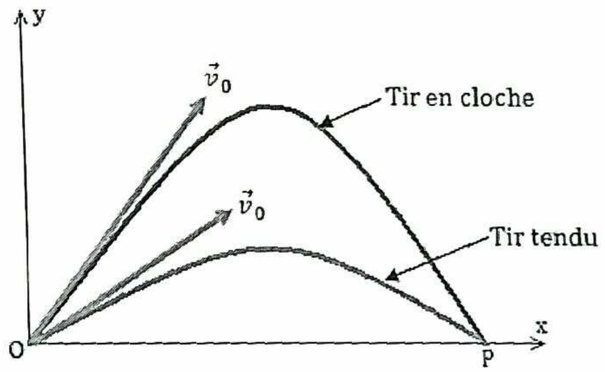
La portée est l'abscisse d'un point P d'ordonnée $y = 0$($si\ x_0 = 0;\ y_0 = 0$, P est le point d'impact). Pour déterminer x_p, on résout l'équation $y = 0$.

On traitera pour simplifier le cas où $y_0 = 0$: $y_P = \frac{v_0^2\sin(2\alpha)}{g}$.

Remarque :

- Pour une portée maximale, $\sin(2\alpha) = 1$ c'est-à-dire $\alpha = \frac{\pi}{4}$ et, $(x_P)_{max} = \frac{v_0^2}{g}$.
- Dans le cas où $y_0 \neq 0$, on factorise l'équation $y(x = x_P) = 0$ à l'aide du discriminant.
- Pour une vitesse initiale de tir donné, deux angles permettant d'atteindre la même portée horizontale : α et $\frac{\pi}{2} - \alpha$.

La trajectoire la plus basse correspond au tir tendu et celle la plus haute correspond au tir en cloche. (voir figure).



b) **La flèche**

La flèche correspond à l'altitude maximale : la composante verticale de la vitesse (v_y) est nulle.Elle est de la forme : $y_F = \frac{v_0^2\sin^2(\alpha)}{2g} + h$

NB :

- Si $y_0 = h = 0$, alors la flèche est de la forme : $y_F = \frac{v_0^2\sin^2(\alpha)}{2g}$
- La flèche est maximale quand $\sin^2(\alpha) = 1$, c'est-à-dire $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (tir vertical) : $(y_F)_{max} = \frac{v_0^2}{2g} + h$

Exercices

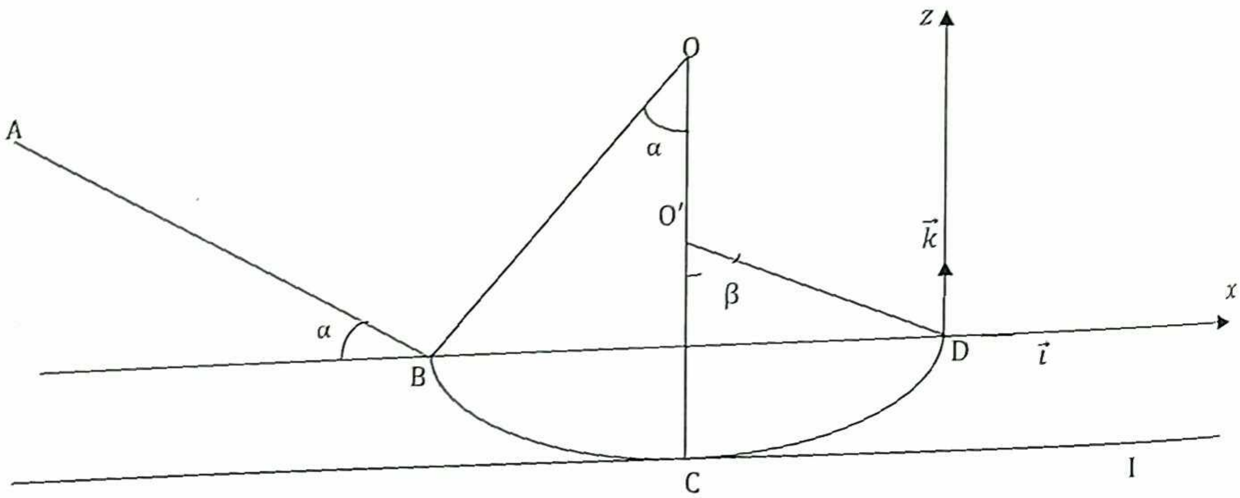
Exercice 1

Un solide ponctuel de masse m à divers points de la piste est lâché au point A sans vitesse initiale. Ce dernier passe au point B avec la vitesse V_B. On donne : $g = 10m.s^{-2}$; $r = 0,4m$ et $V_B = 2,24m/s$
Dans toute la situation d'évaluation, on suppose que le solide de masse $m = 0,5kg$ se déplace sans frottement. Une piste ABCD est formée de trois parties AB, BC et CD situées dans un plan vertical.

- AB est une partie rectiligne, de longueur l, inclinée d'un angle $\alpha = 30°$ sur l'horizontale
- BC est une portion de cercle de centre O, de rayon r d'angle au centre O, de rayon r et d'angle $\alpha = 30°$ et raccordé tangentiellement en B à la partie AB
- CD est une portion de centre O', de rayon r' et d'angle au centre $\beta = 60°$ et raccordée tangentiellement en C à la partie BC
- O'D est parallèle à AB

Au de-là du point D, le mobile quitte la piste et retombe en un point I dans le plan horizontal passant par C (Voir figure)

1. (a) Exprimer la longueur l en fonction de V_B, g et α
   (b) Vérifier que l vaut 0,5m environ
   (c) Exprimer la vitesse V_C du solide au point C en fonction de r, l, g et α
   (d) Etablir l'expression de V_D en fonction de l, g et α, puis calculer
   (e) Vérifier que r' vaut $10,7cm$ environ
2. Au passage par le point D, le solide quitte la piste.
   (a) Etablir en fonction de β, V_D et g, l'équation cartésienne de la trajectoire du solide entre D et I dans le repère $(D; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$
   (b) En déduire la hauteur maximale atteinte au-dessus de l'horizontale CI
   (c) Trouver la valeur de CI



Exercice 2

Un obus de masse $m = 0,6kg$ est lancé dans le plan vertical du repère $(0; \vec{\imath}; \vec{k})$ à partir du pint 0 avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ faisant avec l'axe $(0; \vec{\imath})$ un angle de mesure α psitive. La valeur V_0 est fixé à $200m.s^{-1}$.
On prendra $g = 10m.s^{-2}$.

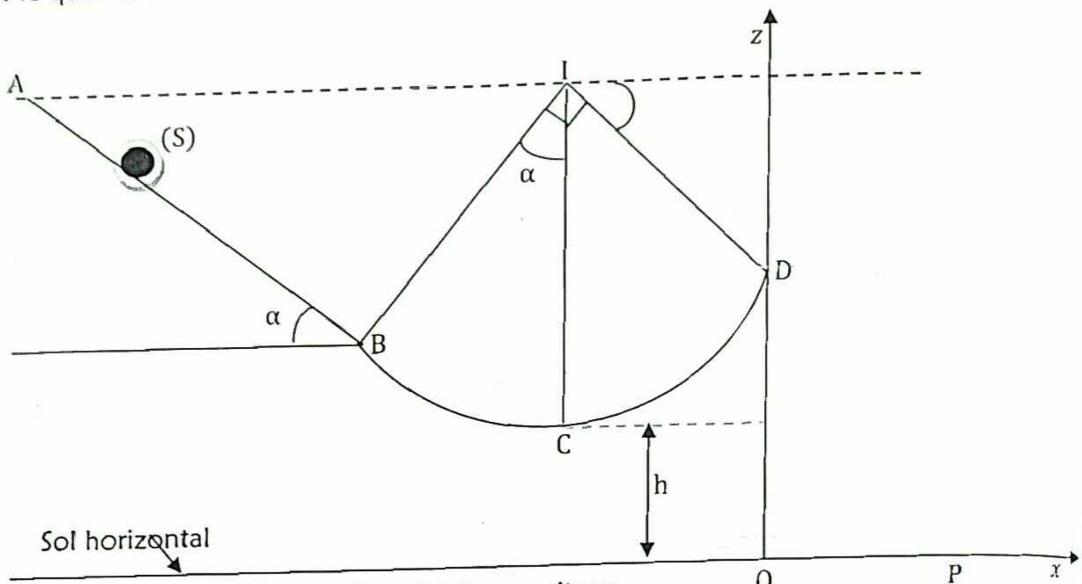
1. (a) Démontrer les relations donnant les coordonnées x et z du centre d'inertie du projectile en fonction du temps écoulé t depuis le lancement et de g, V_0 et α.
   (b) Donner l'équation littérale de la trajectoire de G dans le repère $(0; \vec{\imath}; \vec{k})$.
2. (a) On donne à α la valeur $\alpha_1 = 55°$. Déterminer la position P atteinte par le projectile lorsqu'il arrive sur l'axe horizontal $(0; \vec{\imath})$.

5. On considère un lancer de vitesse initiale $v_0 = 12m.s^{-1}$ avec $\alpha = 60°$
   (a) Calculer β_L et d_{max}.
   (b) Calculer le temps mis par le projectile pour tomber sur le plan incliné pour $\beta = \beta_L$.
   On prendra : $g = 9{,}8m.s^{-2}$

Exercice 5

Dans ce problème on prendra $g = 10N/kg$. Tous les calculs seront effectués à 10^{-2} près. Un solide (S) de masse $m = 50g$, de dimension négligeable, peut glisser sur une piste ABCD situé dans un plan vertical.

- AB est la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale $AB = 1{,}6m$
- BCD est le quart d'un cercle de centre I et de rayon $r = 0{,}9m$; C est situé sur la verticale passant par I.



1. On néglige les frottements. (S) part du point A sans vitesse.
   (a) Calculer la vitesse en B, en C et en D.
   (b) Calculer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par la piste sur (S) en C et en D. Donner les caractéristiques du vecteur-vitesse $\vec{V_D}$ de (S) au point D.
2. On néglige la résistance de l'air. A partir du point D, (S) tombe dans le vide avec la vitesse $\vec{V_D}$ précédente. Le point C est situé à la hauteur $h = 1{,}55m$ du sol horizontal.
   (a) Donner l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de (S) à partir du point D, dans le repère (O, x, z).
   (b) Jusqu'à quelle hauteur H au-dessus du sol horizontal monte le solide (S) ?
   (c) Calculer la distance OP où P est le point d'impact de (S) sur le sol horizontal.
   (d) Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V_P}$ de (S) au point P.
   (e) En réalité, le sol n'est pas horizontal mais incliné vers le haut, autour de O, d'un angle $\beta = 15°$. Déterminer les coordonnées du point d'impact P' de (S) sur le sol incliné.

Exercice 6

Un point matériel de masse $m = 0{,}30kg$ glisse sans frottement sur une piste formée de deux parties (voir schéma). AB est une partie rectiligne et horizontale. En B commence une portion de piste circulaire de rayon $r = BO = OC$ de centre O, tangente en B à AB, d'ouverture $\theta = \widehat{BOC} = \frac{\pi}{2} rad$. OC est horizontal et contenu dans le plan du sol. Toute la trajectoire est dans le plan vertical. Le point matériel glisse avec une vitesse constante sur AB.

1. Exprimer la vitesse du point matériel en M en fonction de l'angle $\alpha = \widehat{BOM}$, de la vitesse V_B au point B, de g et de r
2. (a) Quelle est l'expression de l'intensité de la réaction F exercée par la portion de la piste sur le point matériel au point M en fonction de α ? On donne $\mathbf{V_B = 2m/s}$ et $\mathbf{r = 2m}$

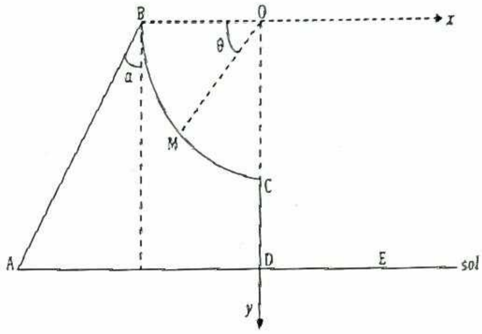
(b) Montrer qu'il existe une deuxième valeur de α, notée α_2 tel que le projectile arrive également en P.

(c) Pour quelle valeur de α le porté est-elle maximale ?

3. (a) Calculer la hauteur maximale atteinte, aussi appelée flèche de tir.
   (b) Pour quelle valeur de α la flèche du tir est-elle maximale ? Que pensez-vous de cette condition de tir ?
4. (a) Calculer la durée du tir.
   (b) Calculer la vitesse du projectile arrivant en P.

Exercice 3

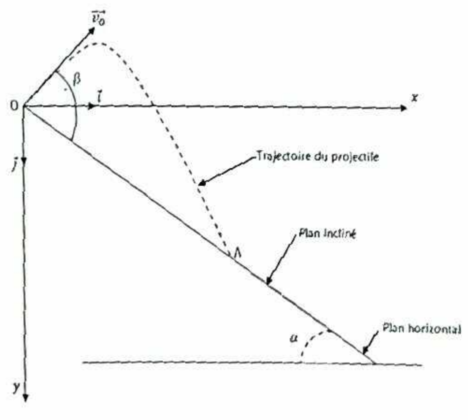
Une piste ABCD est formée d'une partie AB rectiligne qui fait un angle α avec la verticale, une partie BC ayant la forme d'un arc de cercle de centre O et de rayon r, et enfin une partie CO verticale (voir figure). Données $\alpha = 60°$, $g = 10m.s^{-2}$, $BO = CO = r = 1m$, $OD = 2m$
Un solide S de masse $m = 200g$ est lancé de A vers B avec une vitesse v_A.



1. Déterminer la nature du mouvement de A à B. Les frottements sont assimilables à une force $f = \frac{mg}{4}$ (les frottements n'existent qu'entre A et B seulement).
2. Calculer la vitesse minimale avec laquelle il faut lancer le Solide S au point A pour qu'il arrive en B avec ι vitesse nulle.
3. Le solide S descend de B vers C sans vitesse initiale.
   (a) Donner l'expression de sa vitesse en M en fonction de g, r et $\theta = (\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OM}) = 30°$
   (b) Trouver l'expression de la réaction en M de la piste en fonction de g, m et θ. La calculer.
4. Donner les caractéristiques de la vitesse du solide S en C.
5. Le solide S quitte la piste à $t = 0s$ en C et arrive au sol au point E.
   (a) Donner l'équation de la trajectoire du solide dans le repère $(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$
   (b) Déterminer les coordonnées du point de chute E.

Exercice 4

Au cours d'une sortie pédagogique, les élèves du **lycée-collège la Médaille** se proposent d'appliquer leurs connaissances en dynamique à l'étude du mouvement de chute libre. Du haut d'une colline dont le versant à la forme d'un plan incliné faisant un, angle α avec l'horizontale, ils lancent un projectile supposé ponctuel, de masse m, à partir d'un point O avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle β avec le plan incliné ($\beta > \alpha$). L'origine des dates t_0 est prise au moment du lancer du projectile en O.
L'étude du mouvement est rapportée au repère d'espace (Ox, Oy) muni des vecteurs unitaires $\vec{\imath}$ et $\vec{\jmath}$ pris dans le plan vertical contenant $\overrightarrow{v_0}$ et la ligne de plus grande pente du plan incliné. On néglige l'action de l'air sur le projectile.



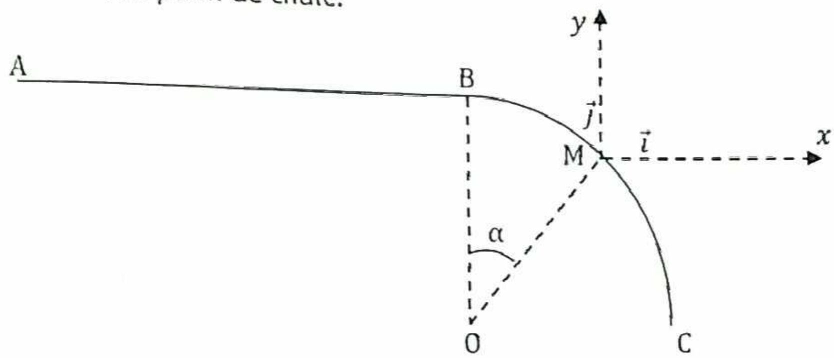
1. Par application du théorème du centre d'inertie, établir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du projectile.
2. Etablir l'expression de la date t_A à la quelle le projectile tombe sur le plan incliné au point A en fonction de α, β, v_0 et de l'intensité de pesanteur g.
3. Montrer que la distance $d = OA$, appelée portée sur le plan incliné, peut se mettre sous la forme : $d = \frac{2v_0^2 \sin\beta \cos(\beta-\alpha)}{g\,(\cos\alpha)^2}$.
4. Le groupe des élèves effectue des tirs avec des vitesses initiales de même valeur v_0.
   (a) Etablir, en fonction de α, l'expression de la valeur β_L de l'angle β pour laquelle la portée prend une valeur maximale d_{max}.
   (b) En déduire l'expression de cette portée d_{max} en fonction de g, α et v_0.

(b) Pour quelle valeur de α_0 de α le point matériel quitte-t-il la piste ? Soit M_0 le point correspondant.

(c) Quelle est la vitesse en ce point M_0 ?

3. (a) Déterminer dans le repère $(M_0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ la nature de la trajectoire du point materiel après son passage en M_0 parallèlement à M ($\vec{\imath}$ parallele à $\overrightarrow{AB}$, $\vec{\jmath}$ orthogonal à $\vec{\imath}$)

(b) Calculer l'abscisse de son point de chute.



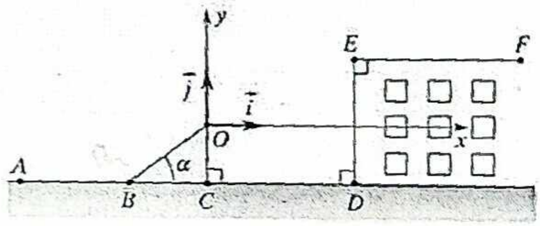
Exercice 7

Un cascadeur veut sauter avec sa voiture sur la terrasse horizontale EF (Cf schéma suivant) d'un immeuble. Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec l'horizontal ABCD et placé à la distance CD de l'immeuble (OC et DE sont des parois verticales). La masse du système (automobile – pilote) est égale à une tonne. On étudiera le mouvement du centre d'inertie G de l'ensemble. Pour simplifier le problème, on considéra les frottements comme inexistants dans la phase aérienne et on admettra qu'à la date initiale le centre d'inertie G quitte le point O avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée.

Donnée : $g = 10m/s^2$; $CD = 15m$; $DE = 10m$ et $OC = 8m$

1. Etablir, dans un repère $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ (Cf schéma : $(0x)$ parallèle à CD), l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E.
2. (a) Calculer la vitesse initiale v_0 en m/s et km/h ainsi que l'angle α pour que le système arrive en E avec une vitesse $\overrightarrow{v_E}$ horizontal.

   (b) Calculer la vitesse v_E à l'arrivée de l'automobile en E.



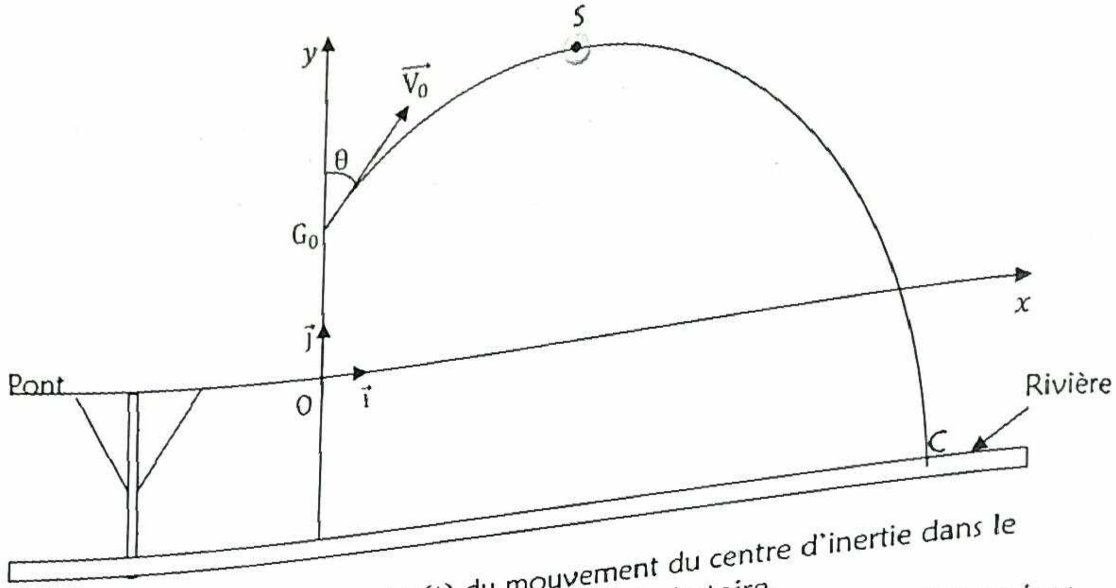
3. En considérant qu'une fois l'automobile sur la terrasse, les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$ parallèle au déplacement et de valeur 500N.

   Calculer la valeur de la force de freinage $\overrightarrow{f'}$ qui permettra au véhicule de s'arrêter après un trajet $EF = L = 100m$

Exercice 8

Pour se baigner, des enfants sautent du point O d'un pont et plongent dans la rivière dont le niveau est 3m plus bas. On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie G ainsi que les frottements avec l'air. Le repère d'étude est $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$. On prendra $g = 9{,}81 m.s^{-2}$.

Après être lancé, le plongeur quitte le pont qui sert de tremplin à la date t=0 avec un vecteur- vitesse $\overrightarrow{V_0}$ incliné de l'ange $\theta = 30°$ par rapport à la verticale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordnnées $x_0 = 0m$; $y_0 = 1m$.

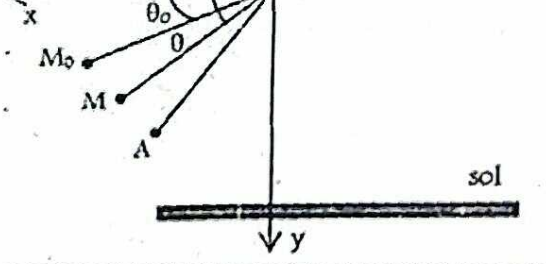


1. Etablir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie dans le repère $(0; \vec{i}; \vec{j})$. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Le plongeur est au sommet de la trajectoire au point S d'abscisse $x_S = 1{,}1\text{m}$. Déterminer
   (a) L'expression de V_0 en fonction de X_S, g et θ puis calculer sa valeur.
   (b) L'ordonnée du sommet S.
3. Le plongeur pénètre dans l'eau en C (on prendra $V_0 = 5\text{m.s}^{-1}$).
   (a) Déterminer la distance d entre les verticales passant par O et C.
   (b) Déterminer la durée du saut.
   (c) Déterminer la valeur de sa vitesse en C. (On appliquera le théorème de l'énergie cinétique).

Exercice 9

Une bille de masse $m = 50g$ est suspendu en un point O par un fil inextensible de longueur $l = 50\text{cm}$.
On écarte le fil de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (Ox; OM_0) = 15°$ et on lance la bille dans le plan Ox, Oz avec un vecteur-vitesse $\vec{V_0}$ tangent au cercle de rayon l et dirigé vers le bas. On repère la position de la bille en M par l'angle $\theta = (\overrightarrow{Ox}; \overrightarrow{OM})$, (Voir figure).

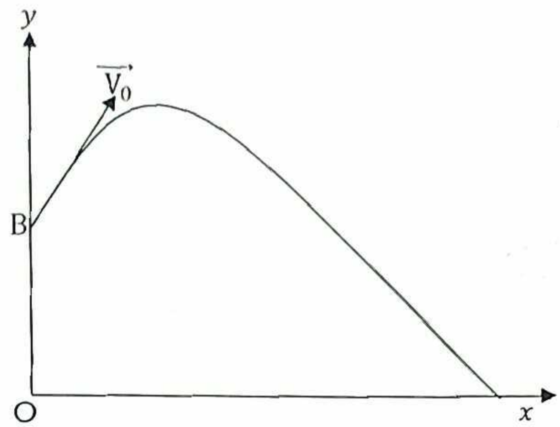
1. Exprimer la valeur de la vitesse V de la bille en M, en fonction des données, à l'instant t.
2. Exprimer la tension T du fil en M en fonction de V_0, l, θ_0, θ, g et m.
3. Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour la bille effectue un tour complet. Le fil est tendu. Calculer V_0. On donne g=10N/kg.
4. Le pendule, lancé avec la vitesse $V = 4{,}15m/s$, tourne dans un plan, vertical. Quand la bille passe au point A repérée par l'angle $\alpha = (\overrightarrow{Ox}; \overrightarrow{OA}), = 45°$, elle se détache et est libérée.
   (a) Déterminer les caractéristiques du vecteur-vitesse $\vec{V_A}$ de la bille au point A.
   (b) Déterminer, dans le repère orthonormé $(\overrightarrow{Ox}; \overrightarrow{Oy})$, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération.
   (c) En posant $u = l\cos\alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé (Ox; Oy), l'équation de la trajectoire de la bille après sa délibération s'écrit : $y = \frac{g}{2V_A^2\sin^2\alpha}u^2 + \frac{u}{\tan\alpha} + l\sin\alpha$
   (d) Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance h=1,5m au-dessus du point O.



Exercice 10

Au cours d'un championnat d'athlétisme, un athlète A_1 remporte l'épreuve d'un lancement du poids avec un jet $X_1 = 19{,}43m$. Le poids règlementaire à la masse $m_1 = 7{,}250kg$. Un autre athlète A_2 remporte l'épreuve du javelot avec un jet $X_2 = 84{,}48m$. Le javelot de compétition a la masse $m_2 = 0{,}80kg$ et on donne : $g = 9{,}80N/kg$. On suppose que chaque trajectoire démarre en B, à une altitude $h = 1{,}80m$ au-dessus du sol, et que dans chaque cas, la vitesse de lancement $\overrightarrow{V_0}$ fait l'angle $\alpha = 45°$ avec le sol. On fait abstraction de la résistance de l'air et on considère le projectile comme un solide ponctuel de même masse, confondu avec son centre d'inertie.

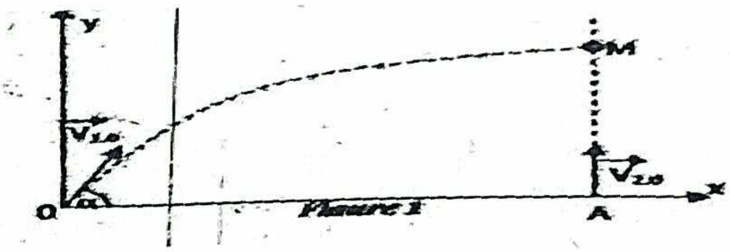
1. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire des deux projectiles.
2. Quels sont les valeurs des vitesses V_{01} et V_{02} données par les deux athlètes à leurs projectiles ?
3. (a) Donner, dans les deux cas, les altitudes maximales y_1 et y_2 atteintes par les projectiles.
   (b) Calculer l'augmentation d'énergie potentielle nécessaire pour faire passer les projectiles de l'altitude h de départ aux autres altitudes respectives y_1 et y_2. D'où provient cette énergie ?



Exercice 11

On donne $g = 10N/kg$ et on néglige les frottements. Un projectile ponctuel, servant de cible à un tireur, lancé du point O, à l'instant $t_0 = 0$. La masse du projectile est $m_1 = 100g$; sa vitesse V_{10} vaut $30m/s$ et fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale. Un tireur, situé au point A, à $45m$ du point O, envoie un fusil, suivant la verticale ascendante, une balle ponctuelle de masse $m_2 = 20g$ avec une vitesse initiale $V_{20} = 500m/s$. La balle touche la cible au point M. (figure1)

1. Etablir les équations horaires du mouvement du projectile.
2. Calculer le « temps de vol » du projectile : c'est-à-dire la durée de son mouvement depuis le point O jusqu'au point M de rencontre avec la balle.
3. En déduire l'altitude du point M de rencontre entre le projectile et la balle.
4. Calculer la vitesse V_B de la balle à l'instant de son impact avec la cible.
5. En déduire le « temps de vol » de la balle : c'est-à-dire la durée de son mouvement depuis le point de tir jusqu'à la rencontre avec le projectile.
6. Comparer les deux « temps de vol » et expliquer pourquoi le tireur peut viser directement la cible.



Exercice 12

On étudie la trajectoire d'un ballon de basket-ball lancé vers le centre du panier de l'équipe adverse par le joueur attaquant. On ne tiendra pas compte ni la rotation du ballon ni de la résistance de l'air. Le lancer effectuer vers le haut, on lâche le ballon lorsque son centre d'inertie est en A. Sa vitesse initiale faisant un angle $\boldsymbol{\alpha} = \mathbf{40°}$ dans le plan (xOz)

➢ Comparer X_2 et X_3

4. (a) Quel est le meilleur essai ?

(b) Pour une vitesse initiale donnée, comment doit-on lancer le « poids » pour obtenir la meilleure performance ?

(c) Déterminer les caractéristiques de la vitesse en B pour le meilleur essai.

Exercice 14

Un chariot de masse m, considéré comme ponctuel, peut glisser sans frottement sur deux rails. Ces rails sont horizontaux entre A et C, puis inclinés d'un angle α par rapport à l'horizontale entre C et D. La force $\vec{F}$ s'exerce uniquement sur la longueur $d = AB$. **Données** : $m = 10kg$; $g = 10m/s^2$; $F = 800N$; $\alpha = 30°$; $AB = d = 50cm$; $CD = 30cm$

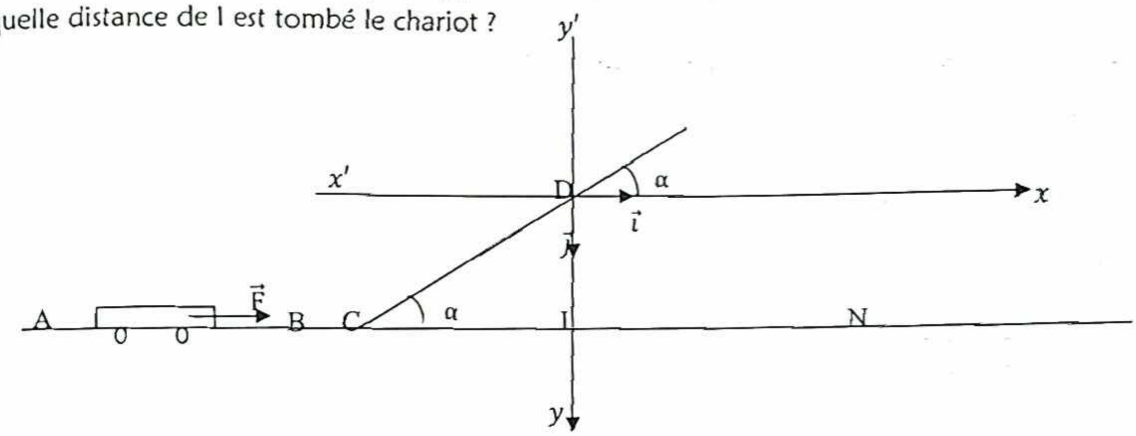
1. Déterminer la vitesse du chariot en B
2. Montrer que la vitesse du chariot en C est égale à celle en B
3. (a) Déterminer la nature du mouvement du chariot entre C et D

   (b) Avec quelle vitesse le chariot arrive-t-il en D ?
4. Arrivée en D, le chariot continue sa course dans le vide et tombe au sol au point N

   (a) Etablir l'équation de la trajectoire du mouvement du chariot dans le repère $(D; \vec{i}; \vec{j})$

   (b) Déterminer la hauteur maximale par rapport au sol, atteinte par le chariot

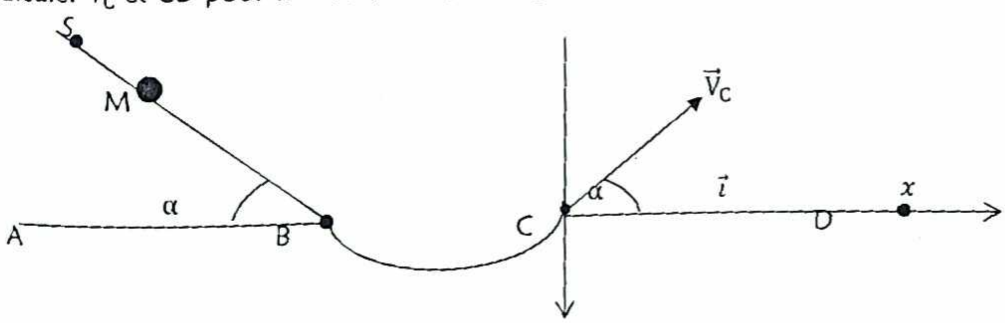
   (c) A quelle distance de I est tombé le chariot ?



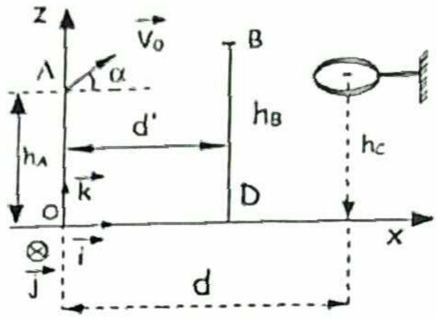
Exercice 15

Dans tout le problème, les forces de frottement seront négligées. Du point S d'un plan incliné de l'angle α sur le plan horizontale ABCD, on abandonne sans vitesse initiale un corps assimilable à un point matériel M de masse m. Il glisse selon la ligne de plus grande pente SB du plan et arrive en B avec vitesse V_B. Le plan incliné se raccorde tangentiellement en B avec une piste circulaire de rayon r. Au-delà du point C, le solide quitte la piste et retombe en D sur le plan horizontal. Le vecteur-vitesse $\vec{V_C}$ du mobile en C fait, avec l'horizontal, les mêmes angles α.

1. Etablir l'équation horaire du mouvement du solide sur le plan incliné : $SM = f(t)$.
2. Exprimer sa vitesse V_B en B en fonction de α, g et de la distance $SB = l$.
3. Montrer que $V_B = V_C$
4. Etablir en fonction de α, V_C et g l'équation de la trajectoire du mobile entre C et D dans le repère $(C; \vec{i}; \vec{j})$.
5. Donner l'expression de la portée CD en fonction de V_C, α et g, puis de l et α
6. Calculer V_C et CD pour $\alpha = 40°$, $l = 1{,}8m$ et $g = 10m/s^2$



1. Etablir les équations horaires du mouvement.
2. En déduire l'équation de la trajectoire.
3. Calculer la vitesse v_0 pour que le ballon passe exactement au centre C de panier
4. Un défenseur **BD** placé entre l'attaquant et le panier saute verticalement pour intercepter le ballon l'extrémité de sa main se trouve en B à une hauteur $h_B = 3,10m$. A quelle distance horizontale maximale d' de l'attaquant doit-t-il se trouver pour toucher le ballon du bout du doigt ? On donne : $h_A = 2,10m$; $h_B = 3,10m$; $h_C = 3,05m$; $d = 6,25m$



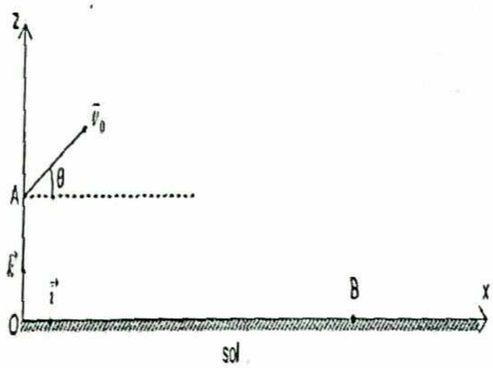
Exercice 13

Au cours d'une séance d'Education Physique et Sportive (EPS) au Lycée le « **Scientifique la Médaille** », un élève de la Terminale S, CARINE est choisie comme premier lanceur. Elle soulève le « poids » de masse $m = 5,00kg$, de centre d'inertie G et le lance dans l'espace de réception. Lorsque l'objet quitte sa main :

- Le centre d'inertie G se trouve au point A tel que $OA = h = 1,70m$;
- Le vecteur-vitesse $\vec{V_0}$ fait un angle θ avec l'horizontal

Lorsque le « poids » arrive au sol, G coïncide avec le point B. On prendra t=0s l'instant ou le « poids » quitte la main au point A. On négligera l'action de l'air et on prendra $g = 9,8m.s^{-2}$

1. Etablir les équations horaires du mouvement de G dans le repère $(0; \vec{\imath}; \vec{k})$, puis l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Donner la nature de la trajectoire et la tracer qualitativement.

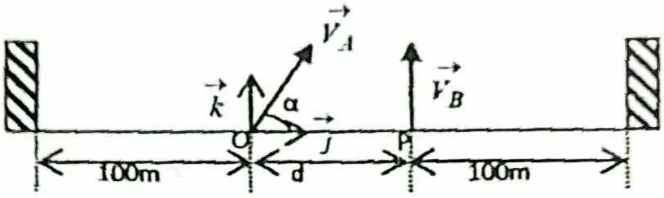


3. **CARINE** effectue trois essais et on retient la meilleure performance.
   (a) **Premier essai** : $\theta = 30°$; $OB = X_1 = 8,74m$
      1) Déterminer l'expression de :
      ✓ La vitesse V_0 en fonction de g, X_1, θ et h
      ✓ La hauteur maximale H_{max}, par rapport au sol atteinte par le « poids »
      2) Calculer la valeur numérique de V_0 et de H_{max}
   (b) **Deuxième essai** : $\theta = 45°$, V_0 a la même valeur qu'au premier lancer et $OB = X_2$
   Déterminer X_2. Comparer X_1 et X_2
   (c) **Troisième essai** : $\theta = 60°$; $V_0 = 8,60m.s^{-1}$ et $OB = X_3$
      ➢ Déterminer X_3

Exercice 16

Deux fusées A et B doivent être tirées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et distants de $d = 30m$. Les fusées vont exploser à la date $t_1 = 4s$ après leur lancement. B est tirée de P avec une vitesse $\vec{v_B}$ verticale. A est tirée de O avec une vitesse $\vec{v_A}$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale et située dans le plan vertical que $\vec{v_B}$. On donne $v_B = 50m/s$; $v_A = 51,4m/s$

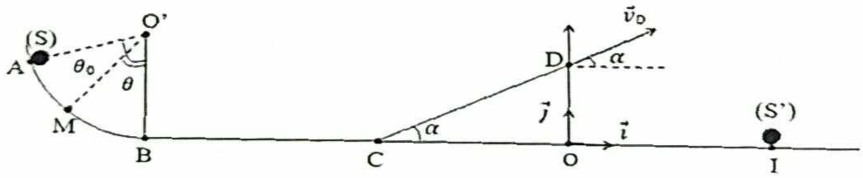
1. Dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$ établir, sous forme littérale uniquement, les équations horaires des mouvements de chaque fusée après leur lancement, instant qui sera choisi comme instant initial. Préciser la nature de leur trajectoire ; en donner l'allure.
2. Déterminer l'inclinaison α de la vitesse $\vec{v_A}$ de A pour que l'explosion ait lieu à la verticale de P.
3. Quelle la distance qui sépare les deux fusées au moment de l'explosion ?
4. Les barrières de sécurités pour les spectateurs sont installées de façon à respecter la distance de $100m$ des points de lancement O et P. Ces spectateurs sont-iles en sécurité lors de la retombée des fusées en cas de non explosion en altitude ?



Exercice 17

Un jeu consiste à lancer un solide (S) de masse $m = 50g$ à partir d'un point A pour qu'il heurte un solide (S') placé en I. Le dispositif de jeu est représenté par la figure ci – dessous constitué par une piste ABCD :

- AB est un arc de cercle parfaitement lisse de centre O' et de rayon $r = O'A = O'B = 90cm$ et tel que $\left(\overrightarrow{O'A}; \overrightarrow{O'B}\right) = \theta_0 = 72°$
- BC est une piste de longueur $l_1 = 10cm$;
- CD est une piste rectiligne de longueur $l_2 = 15cm$ incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale.



Ton ami qui participe au jeu, lance le solide en A avec une vitesse initiale $v_A = 7m/s$. Le solide arrive à un point M défini par l'angle $\left(\overrightarrow{O'M}; \overrightarrow{O'B}\right) = \theta$. Le solide (S) aborde la partie BC avec la vitesse $v_B = 7,8m/s$, les frottements sont assimilables à une force constante et opposée au mouvement. La vitesse acquise en C est $v_C = 6m/s$.

Le solide (S) quitte la piste au point D avec la vitesse $v_D = 2,7m/s$. Tu es sollicité pour étudier le mouvement du solide sur les différents trajets. On prendra $g = 9,8m/s^2$.

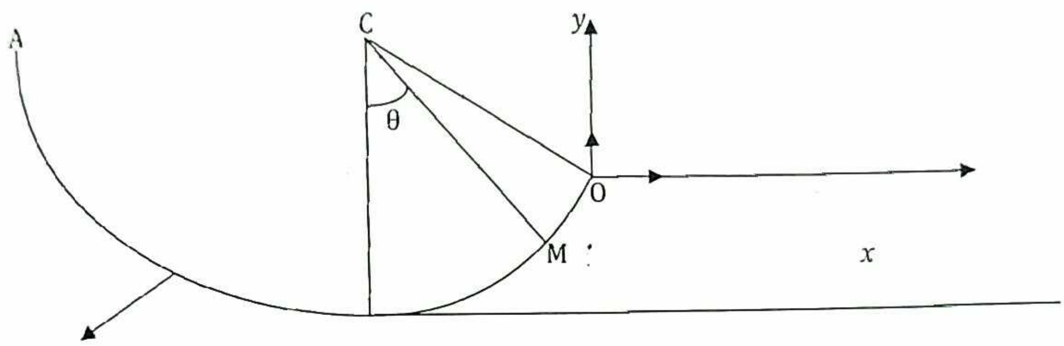
1. **Mouvement sur le trajet AB**
   (a) Enoncé le théorème de l'énergie cinétique ;
   (b) Etablir l'expression de la vitesse v_M en fonction de v_A ; g ; r ; θ et θ_0.

(c) Calculer v_M pour $\theta = 60°$.

2. **Mouvement sur le trajet BC**
   (a) Déterminer l'expression de l'intensité f de la force de frottment $\vec{f}$;
   (b) Calculer f.
3. **Mouvement dans le repère $(O;\ \vec{i};\ \vec{j})$**
   (a) Déterminer les coordonnées du point D dans le repère $(O;\ \vec{i};\ \vec{j})$.
   (b) Etablir les équations horaires du mouvement du solide (S) dans le repère $(O;\ \vec{i};\ \vec{j})$;
   (c) Déduire de la question précédente, l'équation cartésienne de la trajectoire du solide (S) sous la forme $y = ax^2 + bx + c$ où a, b et c sont des constantes estimées à 10^{-3} près.
   (d) Déterminer la distance OI pour que le solide (S) heurte (S') situé au point I.

Exercice 18

Un skieur et son équipement, de masse totale $m = 80kg$, s'élance sans vitesse initiale d'un point A sur un tremplin dont la piste est telle que le skieur est à une altitude $H = 1540m$ au départ et à une altitude $h = 1490m$ au point B du tremplin. A partir du point B, le tremplin à la forme d'un arc de cercle de rayon $r = 15m$ et se termine en O tel que l'angle $(\widehat{OCB}) = 30°$. La longueur du tremplin entre A et B est $L = 120m$; g=10N/kg.

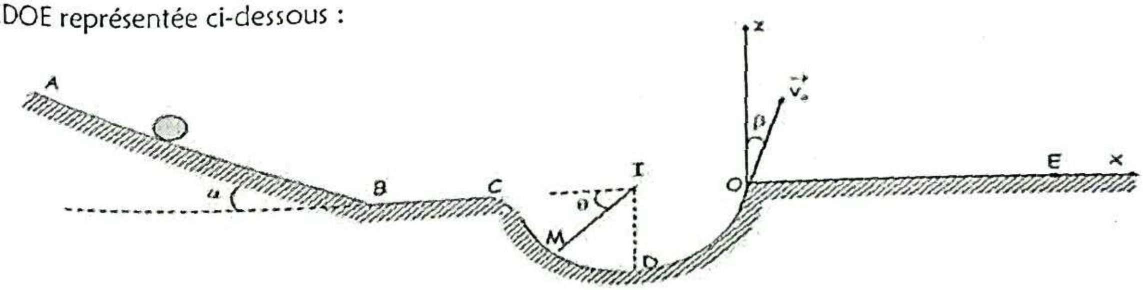


Tremplin B

1) Quelle est la valeur V_B de la masse du skieur quand il arrive en B, sachant que les frottements entre la neige et le skieur sont équivalentes à une force unique de valeur f=300N.
2) Exprimez, au point M de la proportion circuler, l'intensité de la réaction du tremplin sur le skieur en fonction de V_B, g, r, m et θ.
   On suppose négligeables les frottements sur la portion circulaire.
3) Application numérique : calculer la valeur de la réaction du tremplin sur le skieur au point et montrer que le module de la vitesse au point O est $V_0 = 7{,}73m/s$
4) Arrivé au point O, le skieur quitte la piste avec V_0. L'action de l'air sur le skieur est négligeable.
   (a) Etablir, dans le repère$(0;\ \vec{i};\ \vec{j})$, les équations horaires $V_x(t)$ et $V_y(t)$ de la vitesse ainsi que $x(t)$ et $y(t)$ de la position du skieur âpres son passage en O, on prendra t=0s en O.
   (b) En déduire l'expression de la trajectoire et sa nature.

Exercice 19

Une bille ponctuelle de masse m est abandonnée sans vitesse initiale en A. elle glisse alors sur une piste ABCDOE représentée ci-dessous :

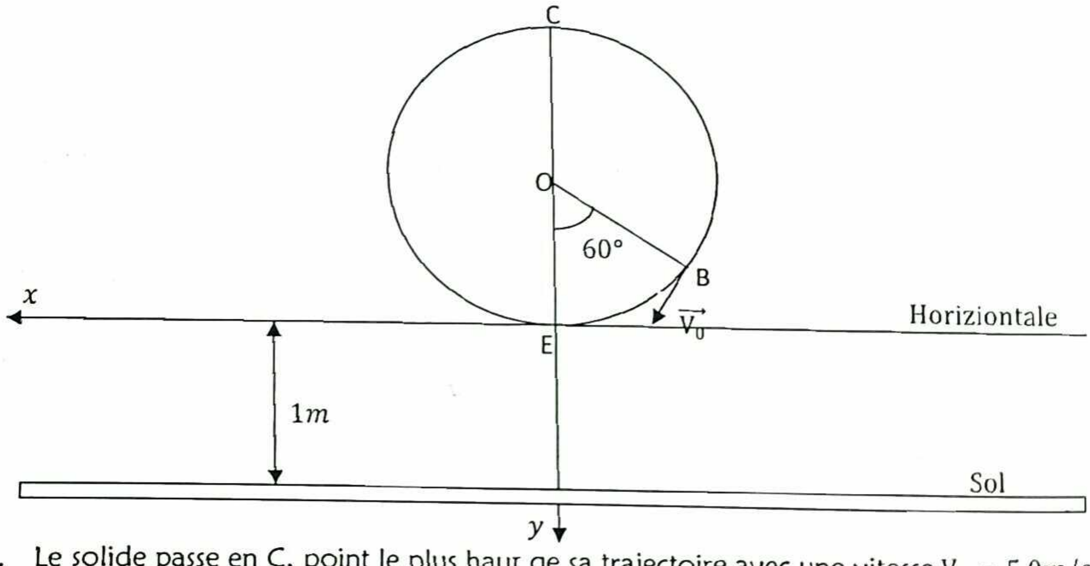


On donne : $m = 100g$; $g = 9{,}8\,m/s^2$; $\alpha = 25°$; $f = 0{,}2N$; $AB = L = 2m$; $r = 20cm$; $BC = L' = 1m$.

1. Lors du parcours ABC, la bille est soumise à des frottements représentés par une force unique $\vec{f}$ opposé au vecteur vitesse et de valeur f.
   (a) Déterminer l'accélération a_1 de la bille au cours de son mouvement sur le trajet AB.
   (b) Calculer sa vitesse V_B à son arrivée au point B.
   (c) Calculer son accélération a_2 au cours du déplacement BC.
   (d) Exprimer sa vitesse V_C à son arrivée en C en fonction de g, α, L, f, L' et m. Faire l'application numérique.
2. Lors du parcours CDO, les frottements sont supposés négligeables.
   (a) Établir l'expression de la vitesse de la bille au point M en fonction de g, V_C, θ et r.
   (b) En déduire sa vitesse aux points D et O.
3. La bille quitte le point O situé au même niveau que C avec le vecteur vitesse $\vec{V}_0$, faisant un angle $\beta = 20°$ avec la verticale passant par ce point. On donne $V_0 = 2{,}13$ m/s.
   (a) Établir, dans le repère indiqué sur la figure, l'équation cartésienne de la trajectoire de la bille.
   (b) Déterminer les coordonnées du point de chute E de la bille.
   (c) La bille arrive au point E avec une vitesse $\vec{V}_E$. Donner les caractéristiques (norme et direction)

Exercice 20

Dans tout l'exercice on négligera les frottements et on prendra $g = 10m.s^{-2}$.
Un solide, assimilable à une masse ponctuelle $m = 550g$ suspendu à un point fixe O par l'intermédiaire d'un fil inextensible, de masse négligeable, de longueur $l = 0{,}1m$. On écarte le pendule ainsi constitué de $60°$ par rapport à sa position d'équilibre et on lance dans cette position vers le bas avec un vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_0}$. Le fil restant tendu, le solide décrit un cercle de centre O dans le plan vertical contenant la position de B et $\overrightarrow{V_0}$. Soit C et E les deux points de ce cercle situés sur la verticale passant par O.



1. Le solide passe en C, point le plus haut de sa trajectoire avec une vitesse $V_C = 5{,}0m/s$. Calculer :
   (a) La valeur de V_0 ;
   (b) La valeur de la tension du fil lors de son passage en C.
2. Quand le solide repasse en E, point le plus bas de sa trajectoire, avec une vitesse V_E, le fil casse
   (a) Calculer V_E.
   (b) Déterminer l'équation littérale de sa trajectoire dans le repère (Ex, Ey, Ez) (Ez est perpendiculaire au plan de la figure).
   (c) Le point E est situé à une altitude de $1m$ par rapport au sol horizontal. Calculer l'abscisse x du point d'impact du solide sur le sol.

D'après Bac Série C/E du Tchad 2013

Chapitre 4 : CHAMP ELECTROSTATIQUE

L'essentiel du cours

1. Champ électrostatique

- **Définition :**

Une charge q, en mouvement dans un électrotatique uniforme $\vec{E}$, est soumise à une force électrostatique constante $\vec{F}$ telle que $\vec{F} = q\vec{E}$ ou $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$.

- **Consequence**

  $\vec{E}$ et $\vec{F}$ sont colinéaires, c'est-à-dire meme direction ;

  Si $q > 0$ alors $\vec{E}$ et $\vec{F}$ ont le meme sens ;

  Si $q < 0$ alors $\vec{E}$ et $\vec{F}$ sont de sens contraires.

NB : e n'est pas l'abréviation d'électron mais la charge élementaire : $e = 1{,}6.10^{-19}$C

- **Caracteristiques du champ éectrostqtique**

<u>Direction :</u> perpendicualire aux plaques ;

<u>Sens :</u> celui des potentiels décroissants (ou de la plaque positive vers la plaque négative)

<u>Valeur :</u> $E = \frac{|U|}{d}$ où |U| est la tension entre les plaques et s'exprime en volt (V) ; d la distance entre les plaques et s'exprime en metre (m) et E valeur du champ électrostatique et s'exprime en volt par metre (V/m)

- <u>Le travail de la force électrostatique</u>

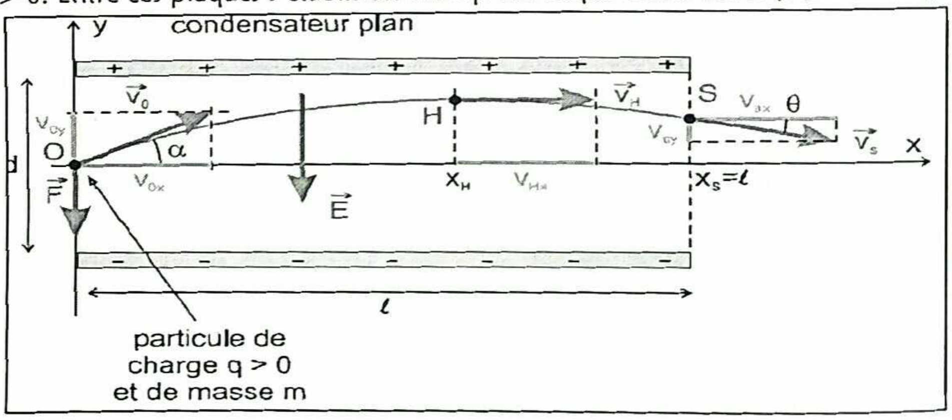
Le travail de la force électrostatique $\vec{F}$ lors d'un déplacement quelconque d'un point A à un point B, est égal au produit scalaire du vecteur force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement :

$\overrightarrow{AB}$: $W_{AB}^{\vec{F}} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = q\vec{E}.\overrightarrow{AB} = q(V_A - V_B) = qU_{AB}$; le travail s'exprime en Joule (J)

Remarque : Le travail peut aussi s'exprimer en électrovolt (eV) : $1eV \rightarrow 1{,}6.10^{-19}$J

2. Cas ou $\overrightarrow{v_0}$ n'est pas parpendiculaire au champ $\vec{E}$

A l'instant initial, une particule de masse m et de charge $q > 0$ penetre avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ dans l'espace compris entre les armatures d'un condensateur plan, auxquelles on a appliqué une tension constante $U = V_+ - V_- > 0$. Entre ces plaques s'établit un champ électrique uniforme $\vec{E}$ (voir schéma) :



- Système : Particule de masse m et de charge positive q ;
- Referentiel : Terrestre Supposé Galiléen ;
- Bilan des forces : $\vec{F}$ et $\vec{P}$ (néglieable devant $\vec{F}$)
- D'apres le théoreme de centre d'inertie : $\vec{F} = m\vec{a}$ =>> $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$

Exercice 21

Un skieur parcourt une cote inclinée d'un angle $\alpha=40°$ sur l'horizontale. Au sommet O de cette cote, sa vitesse a pour valeur $V=12m/s$. Après le point O se présente une descente inclinée d'angle $\beta=45°$ sur l'horizontale. Le skieur accomplit un saut et reprend contact avec la piste en point C.

Déterminer :

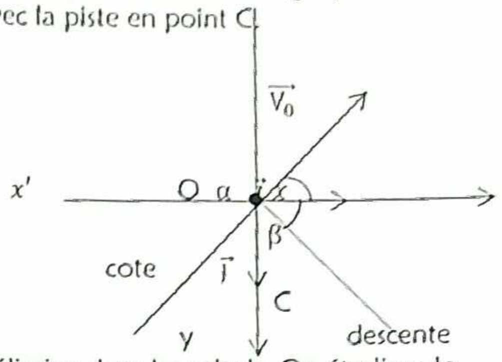
(a) La nature de la trajectoire correspondant au Saut du skieur.

(b) Les coordonnées du point C dans le $(O\,;\vec{i}\,;\vec{j})$ Indiquer sur la figure.

(c) La longueur OC.

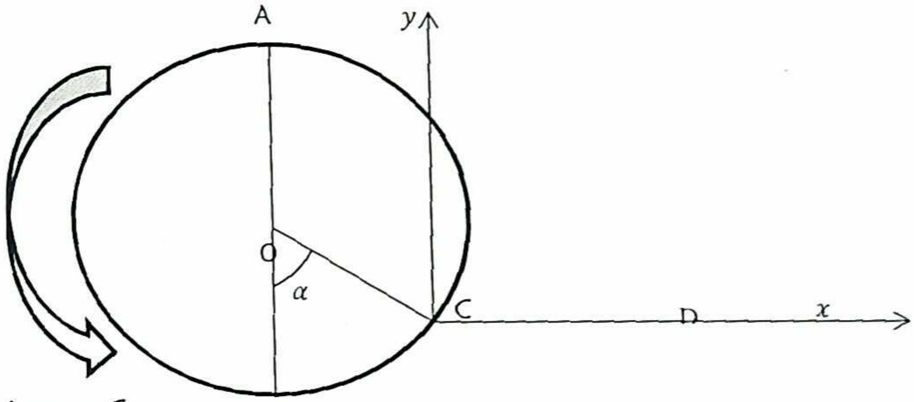
(d) La durée du saut.

On prendra $g=10m/s^2$ et on négligera la résistance De l'air. La masse du skieur n'est pas donnée car elle s'élimine dans les calculs. On étudiera le mouvement du centre d'inertie du skieur.



Exercice 22

1) La pierre tourne sur un cercle de centre O et de rayon r= 0,6m. elle passe en A, point le plus haut du cercle, avec la vitesse $V_A = 20m/s$.
   (a) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   (b) Calculer la vitesse V_B de passage en B point le plus bas du cercle.
   (c) En continuant à tourner, elle arrive en C déterminé par l'angle $\alpha = 30°$. Donner la direction du vecteur-vitesse par rapport à l'horizontal et la valeur de vitesse V_C de la pierre en C.



2) On libère la pierre en C.
   (a) La trajectoire étant plane, établir dans le repère $(C;\vec{i};\vec{j})$ l'expression littérale de l'équation de la trajectoire en fonction de g, V_C et α.
   (b) Si D est le pont de la trajectoire ou la pierre coupe l'horizontale passant par C (voir schéma), exprimer de façon littérale CD. Exprimer également la valeur de la vitesse en D.
   (c) Faire les calculs numériques du $2°a)$ et $b)$ compte tenu des résultats du $1°c)$.

Corrodonnées de $\vec{a}$ sont :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{qE}{m} \\ a_z = 0 \end{cases} \text{ et } \quad \vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \\ v_{0z} = 0 \end{cases}$$

- Coordonnées de $\vec{v}$ sont :

$$\vec{v}\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -\frac{qE}{m}t + v_0 \sin\alpha \\ v_z = 0 \end{cases}$$

- Coordonnées de $\overrightarrow{OM}$ sont :

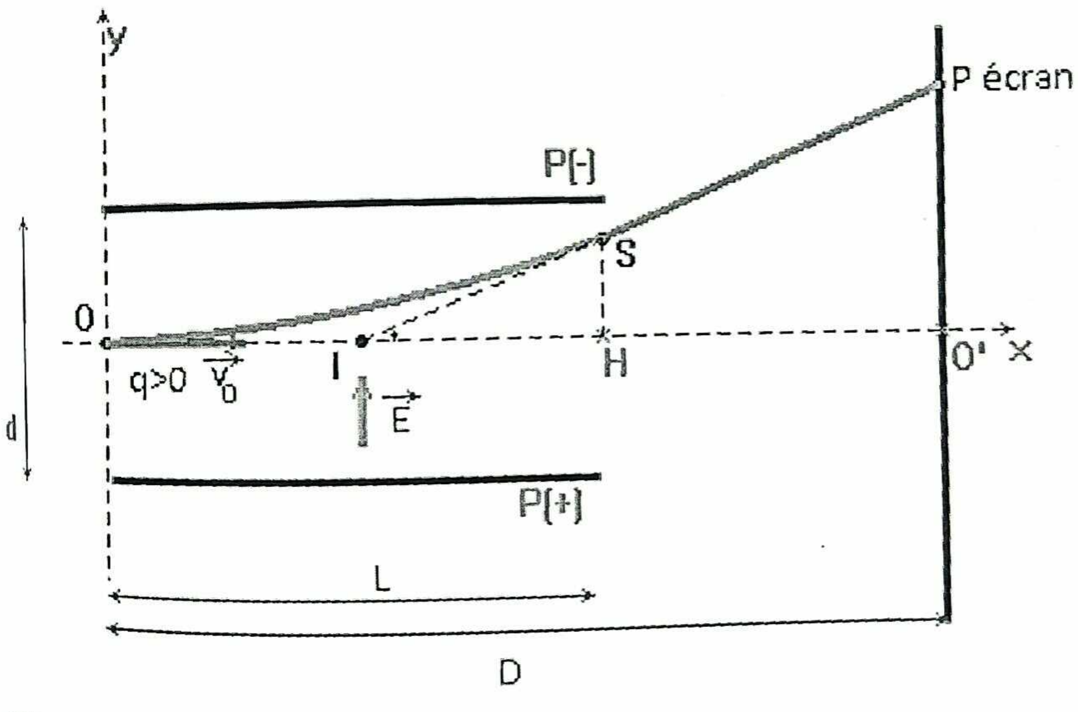
$$\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha)t \\ y = -\frac{qE}{2m}t^2 + (v_0 \sin\alpha)t \\ z = 0 \end{cases}$$

NB : Comme $z = 0$, le mouvement s'effectue dans le plan $(x0y)$

L'équation de la trajectoire est de la forme : $y = -\frac{qE}{2mv_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha$ avec $E = \frac{U}{d}$, qui est une parabole.

3. Cas ou $\vec{v_0}$ est parpendiculaire au champ $\vec{E}$

Considerons une particule chargée $q > 0$ en mouvement dans champ électrique $\vec{E}$ uniforme verticla dirigé vers le haut (voir figure)



Si $\vec{v_0} \perp \vec{E}$ alors $\alpha = 0$ donc on aura : $y = \frac{qE}{2mv_0^2}x^2$

- **Condition pour que la particule émerge du champ $\vec{E}$**

Pour $x = l$ alors $y < \frac{d}{2}$, c'est-à-dire $y(l) < \frac{d}{2}$ donc on aura : $U < \frac{md^2v_0^2}{ql^2}$ ou $v_0 > \frac{l}{d}\sqrt{\frac{qU}{m}}$

- **Déviation électrique**

La déviation électrique est l'ordonnée du point d'impact de la particule sur l'écran ; $\overline{O'P}$ est la déviation électrique. A la sortie du champ électrique : $\vec{F} = \vec{0}$ le mouvement est rectiligne uniforme suivant la tangente à la trajectoire (arc de parabol) au point S.

$\tan\alpha = \frac{SH}{IH} = \frac{\overline{O'P}}{IO'}$ =>> $\frac{y(l)}{\frac{l}{2}} = \frac{\overline{O'P}}{D-\frac{l}{2}}$ alors on aura : $\overline{O'P} = \frac{q}{m} \times \frac{El}{v_0^2}\left(D - \frac{l}{2}\right)$.

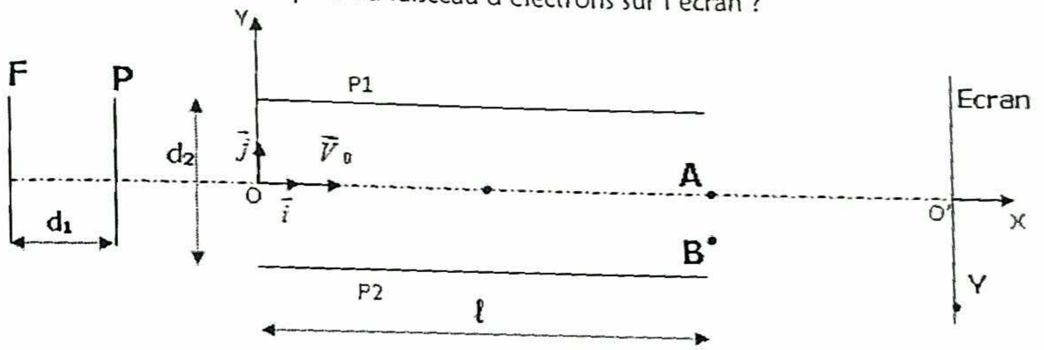
Remarque : Cette expression peut etre retrouvée en utilisant les composantes de la vitesse au point S : $\tan\alpha = \frac{v_{sy}}{v_{sx}} = \frac{\overline{O'P}}{IO'}$. La mesure de la déflexion électrique permet aussi de déterminer la charge massique $\frac{q}{m}$.

Exercices

Exercice 1

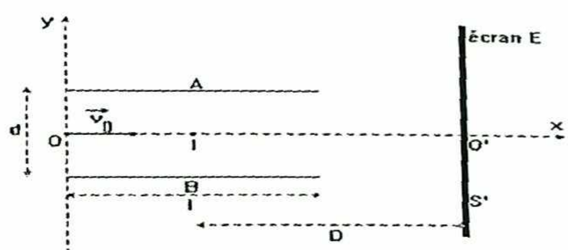
Des électrons sont émis avec une vitesse négligeable par un filament F chauffé.

1. On établit une tension $U_1 = V_P - V_F$ entre le filament et une plaque disposée parallement à celui-ci. Il en résulte un champ électrostatique uniforme de vecteur $\overrightarrow{E_1}$ entre F et P, de valeur $E_1 = 10^6 V/m$. Les électrons arrivent alors en P avec une vitesse V_0 de module $V_0 = 0{,}53.10^8 m.s^{-1}$
   (a) Préciser le sens de $\overrightarrow{E_1}$ et le signe de U_1
   (b) Quelles est la nature du mouvement des électrons entre F et P ?
   (c) Déduire la distance d_1 entre F et P et calculer U_1. Quelle est la durée du parcours ?
   On donne : $m_e = 9{,}1.10^{-31}$kg ; $q = -e = -1{,}6.10^{-19}C$
2. La plaque a un trou qui laisse passer les électrons. On dispose deux plaques P_1 et P_2 perpendiculairement au plan (xOy). Les électrons pénètrent entre les deux plaques en O animés de la vitesse V_0 parallèle au plan (xOy). On applique entre P_1 et P_2 une tension : $U_2 = V_{P_1} - V_{P_2} = 300$V et on donne : $l = 6cm$; $d_2 = 1{,}5cm$
   (a) Déterminer les équations horaires du mouvement d'un électron entre P_1 et P_2 ainsi que l'équation de la trajectoire.
   (b) Quelle est la déviation linéaire AB des électrons à la sortie des plaques ? Quelle est leur déviation angulaire θ ?
   (c) On place un écran E parallèle à (Oy) à 46cm de A. Quelles sont, dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$, les coordonnées du point d'impact du faisceau d'électrons sur l'écran ?



Exercice 2

Des particules de charge q et de masse m sont envoyées avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ entre deux plaques métalliques, parallèles soumises à une $.d.p$ $U_{BA} = U > 0$. Les plaques ont une longueur l et sont distantes de d. Ces particules sont recueillies sur un écran E où se forme un spot S'. Le centre des plaques est noté I et la distance du centre des plaques à l'écran est noté D ; ($D = 1m$; $l = 0{,}2m$; $d = 10cm$; $U = 2.10^4$V)



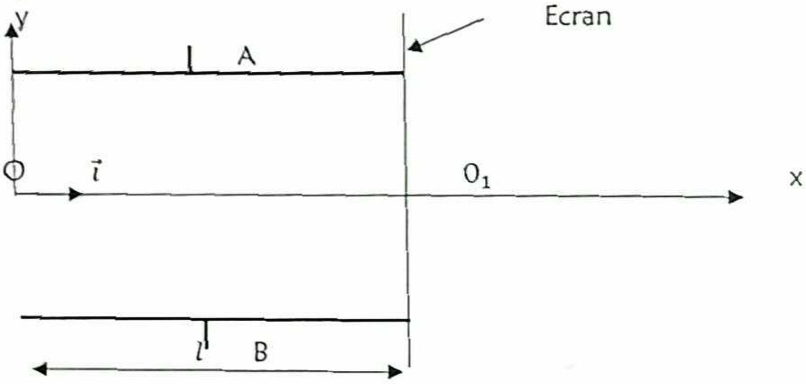
1. Etablir en fonction des divers paramètres l'équation de la trajectoire des particules entre les plaques.
2. En déduire en fonction des divers paramètres la déviation angulaire à la sortie des plaques.
3. Calculer en fonction des divers paramètre la déviation linéaire $y_0 = O'S'$ observée sur l'écran.

4. En fait les particules envoyées en O sont des électrons de vitesse $v_0 = 2,5.10^8 m/s$
Calculer la déviation y_0 des électrons sur l'écran. On donne $m_e = 9,1.10^{-31}kg$

Exercice 3

On donne $U_{AB} = 300V$, $d = 1cm$, $l = 3cm$; $y_1 = 3,5mm$; $m = 9,1.10^{-31}kg$ et $e = 1,6.10^{-19}C$.
Pour étudier le mouvement d'un électron pénétrant par O dans l'espace entre les plaques A et B d'un condensateur, on introduit un repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$: l'axe O_x est parallèle aux plaques, O_y perpendiculaire à elles et O_z perpendiculaire au plan de la figure. Le point O à l'entrée des plaques et le point O_1 à la sortie (voir figure). On pose $OO_1 = l$. Ce repère est lié au référentiel terrestre galiléen.

1. Reproduire le schéma et représenter la répartition des charges électriques sur les plaques A et B, la direction et le sens du champ électrique $\vec{E}$ entre les plaques et la direction et le sens de la force électrique $\vec{F_e}$ qui s'exerce sur l'électron.
2. (a) Donner l'expression de E en fonction de U_{AB} et de d, distances entre les plaques.
   (b) Exprimer le vecteur $\vec{E}$ en fonction de E et du vecteur unitaire $\vec{j}$.
3. (a) Donner l'expression de F_e en fonction de E et e charge élémentaire.
   (b) Exprimer le vecteur $\vec{F_e}$ en fonction de F_e et du vecteur unitaire $\vec{j}$.
4. On donne comme conditions initiales : $t = 0s$, l'électron est en O avec la vitesse $\vec{V_0} = V_0.\vec{i}$ $(V_0 > 0)$. Donner :
   (a) L'expression en fonction du temps des composantes V_x ; V_y et V_z de la vitesse.
   (b) Les équations horaires et l'équation cartésienne de la trajectoire de l'électron dans le champ.
5. En O_1, on place un écran perpendiculaire à l'axe O_x. Soit P_1 le point d'impact de l'électron sur l'écran. Calculer E et V_0.



Exercice 4

On se propose d'étudier le mouvement d'une particule $\alpha(H^{2+})$ dans un champ électrique. Pour cela, on considère un condensateur plan constitué de deux armatures parallèles P et P' distantes de d. On établit une différence de potentiel U aux bornes du condensateur telle que le champ électrique qui s'établit entre les armatures soit uniforme et ait pour intensité E. Un mince faisceau de particule α arrive en O, à mi-distance de P et P', elles sont animés de la vitesse $\vec{V_0}$ parallèles aux armatures suivant la direction 0x horizontale.

1. Le déplacement vertical du faisceau à la sortie du champ est D. Déterminer sa vitesse initiale V_0 et sa vitesse V_1 à la sortie du champ.
   Données : $U = 2.10^3V$; $l = 10cm$; $d = 5cm$; $m_\alpha = 6,6.10^{-27}kg$; $D = 5mm$
2. Le faisceau est maintenant hors du champ une particule α ; de vitesse V_1 heurte des pleins fouets un proton immobile de masse $m_P = \frac{m_\alpha}{4}$. Après ce choc purement élastique, le proton est animé de la vitesse V_2 et la particule α de la vitesse V'_1. Dans ce choc, toutes les vitesses son colinéaires. Calculer V'_2 et V'_1 (on rappelle telle qu'il y a conservation de l'énergie cinétique au cours d'un choc élastique).

Exercice 5

Un oscilloscope est un instrument de mesure destiné à visualiser un signal électrique, le plus souvent variable au cours du temps. Il est utilisé par tous les scientifiques afin de visualiser soit des tensions électriques, soit diverse autre grandeur physique préalablement transformées en tension au moyen d'un convertisseur adapté.

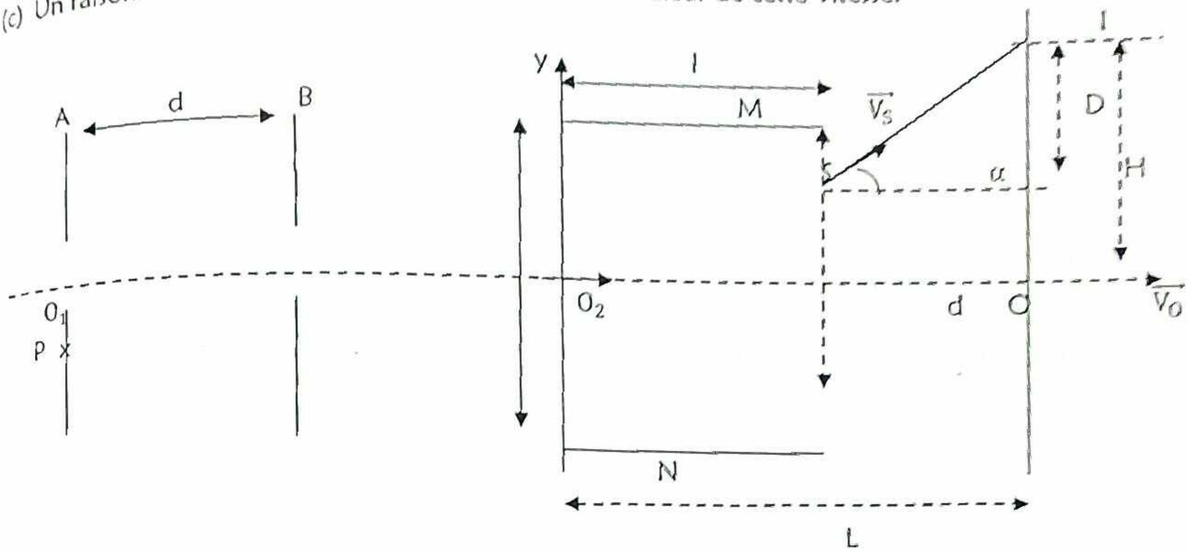
I. Etude du canon à électrons :

Le canon à électrons est constitué d'un filament des électrons de vitesse initiale négligeable. Ces électrons sont ensuite accélérés à partir d'un point O_1 à l'intérieur d'un condensateur plan dont les armatures A et B sont verticales et distantes de d. la différence de potentiel entre les deux plaques est de $U_{AB} = U_0 = -1{,}8kV$.

(a) Montrer que la tension U_{AB} aux bornes du condensateur doit être négative pour permettre à un électron d'être accéléré.

(b) Déterminer l'expression de la vitesse V_0 d'un électron lorsqu'il parvient à la plaque B du condensateur au point O en fonction de e, m et U_0.

(c) Un raisonnement rigoureux est attendu. Calculer la valeur de cette vitesse.



I. Etude de la déflexion due au condensateur :

On s'intéresse maintenant à la déviation du faisceau dans le condensateur, constitué de plaques planes parallèles M et N. celui-ci est soumis à une tension $U_{MN} = U$ positive. On considère que le mouvement de l'électron arrive en O avec la vitesse V_0 de direction Ox à la date $t_0 = 0$. On appelle M la position de l'électron à la date t.

(a) En utilisant le théorème de centre d'inertie, établir l'équation de la trajectoire d'un électron dans le condensateur.

(b) L'électron sort du condensateur en un point S, avec la vitesse V_S faisant un angle α avec l'horizontale, puis vient frapper l'écran en un point I. on appelle H la projection orthogonale du point S sur l'écran. On définit la distance h=HI. La distance du point I au centre P de l'écran est appelée déflexion, on la note D. On note l la longueur d'une plaque, d la distance entre les plaques, et L la distance OP.

1) Quelle est la nature de la trajectoire entre S et I ? Justifier.
2) Exprimer les composantes du vecteur-vitesse au point S. En déduire une expression de $\tan\alpha$ en fonction de e, U, l, m, d et V_0.
3) Exprimer $\tan\alpha$ en fonction de h, l et L.
4) Exprimer alors h en fonction de e, U, l, m, d, L et V_0.
5) Démontrer que D a pour expression : $D = \frac{el(2L-l)}{2mdV^2_0}U$. Données : charge d'électron $q = -e$, avec e charge élémentaire, $e = +1{,}6.10^{-19}C$; masse de l'électron : $m = 9{,}1.10^{-31}kg$.

Exercice 6

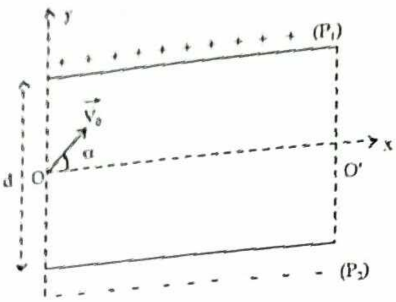
Données : Charge élémentaire : $e = 1{,}6.10^{-19}C$; masse de la particule : $m = 6{,}64.10^{-27}$ kg.

Un faisceau de particules α (ions He^{2+}) pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse de valeur $v_0 = 448$ km/s dont la direction fait un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. La largeur de la plaque est L = 10 cm ; la distance entre les armatures est d = 8 cm ; la tension entre les armatures est U.

1. Etablir l'équation horaire du mouvement d'une particule α entre les armatures du condensateur.
2. Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule α entre les armatures du condensateur.

Donner son expression numérique.

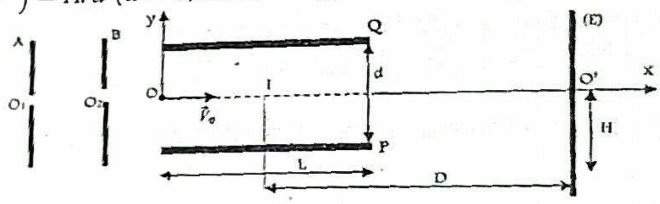
3. Quelle est la condition d'émergence d'un faisceau de particule α ? (Valeur de U pour que le faisceau ne rencontre pas l'une des armatures du condensateur).
4. Déterminer la valeur de U pour que le faisceau sorte des armatures au point O'. Déterminer alors les caractéristiques du vecteur-vitesse $\vec{v_0'}$ des particules α à leur sortie au point O'.



Exercice 7

Dans tout le problème, les dispositifs sont dans le vide, les vitesses sont faibles devant la célérité de la lumière. On ne tiendra pas compte de la pesanteur.

1) On considère deux plaques A et B, conductrices parallèles, verticales et distantes de 5cm. Une source émet des ions oxygène $(^{16}O^{2-})$, ces derniers pénètrent avec une vitesse négligeable par un trou O_1, dans l'espace compris les deux plaques verticales A et B. Lorsqu'on applique entre ces deux plaques verticales une tension $U_0 = |V_A - V_B|$, les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse $V_0 = 400 km.s^{-1}$
   (a) Quelle plaque (A ou B) doit-on porter au potentiel le moins élevé ?
   (b) Etablir l'expression littérale de la différence de potentiels $V_A - V_B$ en fonction de m (masse de l'ion $^{16}O^{2-}$) ; V_0 et e. Faire l'application numérique et on donne $e = 1,6.10^{-19}C$; $m(^{16}O^{2-}) = A.u$ $(u = 1,66.10^{-27}kg)$; A=nombre de masse



NB : On traitera la suite de l'exercice sans utiliser dans les expressions littérales à établir le champ électrique $\vec{E}$

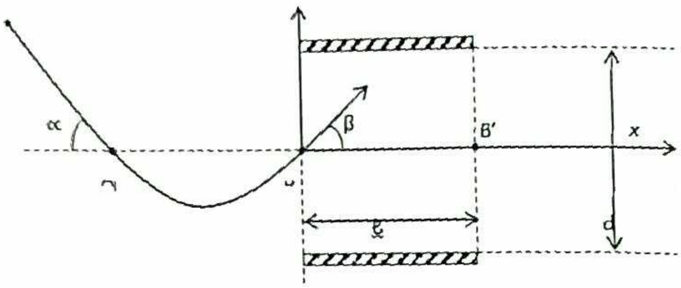
2) Le faisceau d'ions $^{16}O^{2-}$ pénètre entre les armatures horizontales Q et P d'un condensateur à la vitesse $V_0 = 400 km.s^{-1}$. On établit entre les armatures une tension U positive.
   (a) Quel doit être le signe de l'armature Q pour que les ions soient déviés vers le bas ? En déduire le sens de $\vec{E}$
   (b) Établir l'équation de la trajectoire du mouvement d'un ion $^{16}O^{2-}$ entre les armatures du condensateur.
   (c) Donner la condition d'émergence de ces ions. En déduire l'expression de y_s (l'ordonnée de sortie). Calculer y_s
3) Le faisceau d'ions arrive ensuite sur un écran fluorescent (E) situé à la distance D du centre de symétrie I des armatures.
   (a) Etablir l'expression de la déflexion électrique H du spot sur l'écran (E).
   (b) Faire l'application numérique. Données : $L = 10cm$; $d = 8cm$; $U = 6374,4V$; $D = 1m$

(c) Établir l'équation de la trajectoire de la bille.

(d) Établir l'expression littérale de la condition que doit vérifier la tension U pour que la bille sorte du condensateur par le point B' situé sur l'axe (B,X). Calculer la valeur de U.

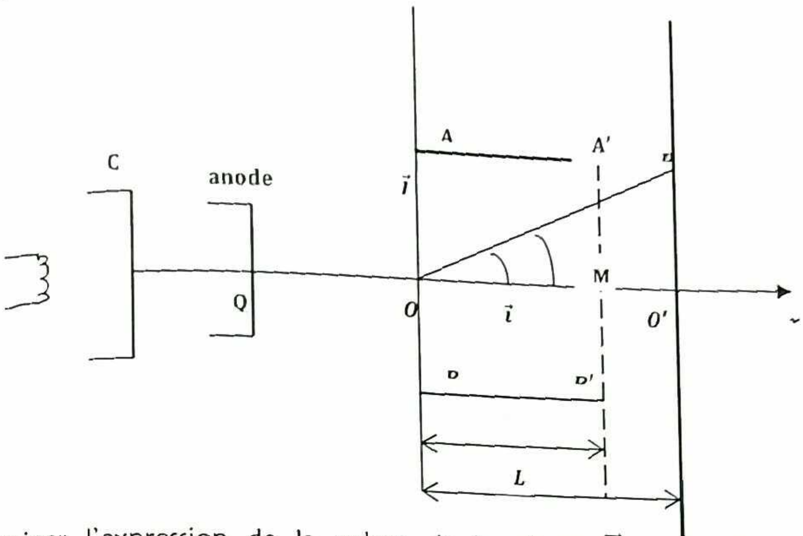
4. La tension U ayant la valeur précédente, déterminer la hauteur maximale atteinte par la bille au-dessus de l'axe (B,X) (à l'intérieur de l'espace compris entre les plaques).

Données : ℓ = 20 cm ; d = 10cm ; $m=7{,}5.10^{-3}$g ; E = 2.10^{7} V/m ; L=OA =1,5m ; g=10m/s^2 ; Q = 2.10^{-5}C.



Exercice 8

Des électrons sont émis par une cathode **C** avec une vitesse initiale négligeable. Ils sont alors accélérés par une différence de potentiel U_0 et arrivent en **Q** avec une vitesse $\vec{V_0}$ parallèle à **ox**. Le poids des électrons à un effet négligeable.



1) Déterminer l'expression de la valeur de la vitesse $\vec{V}_0$ des électrons en **Q** en fonction de U_0 **m** et **e**.
2) Les électrons venant de Q pénètrent en O, avec une vitesse $\vec{V}_0$ à l'intérieur d'un condensateur. Ce dernier est constitué par deux armatures planes AA' et BB', parallèles à ox et perpendiculaires à **oy**, de longueur ℓ et séparées par une distance **d**. on applique, entre plaques AA'et BB' une différence de potentiel **U** positive et l'on suppose que les effets de bords sont négligeables.
   a) Soit **F** la force électrique qui s'exerce sur un électron à l'intérieur du condensateur. dans la base orthonormée $(\mathbf{O}, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, exprimer ce vecteur $\vec{F}$ en fonction de **U**, **d** et **e**.
   b) x et y étant les coordonnées d'un électron dans un repère $(\mathbf{o}, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, déterminer l'expression, de **y** en fonction de **U**, **e**, **d**, **x**, et V_0 pour $0 < x < \ell$.
   c) Etablir l'expression de **y** en fonction de U, $U_{0,}$ d et x.
   d) Etablir la relation d'inégalité entre **U** et $U_{0,}$ **d** et ℓ pour que le faisceau d'électrons sorte du système déviateur sans toucher la plaque **AA'**.
   e) Calculer la déviation angulaire des électrons à la sortie du condensateur

Donnée : $U = 100V, U_0 = 500V, d = 10cm$ et $l = 15cm$, $e = 1{,}6.10^{-19}$ c et $m = 0{,}91.10^{-31}kg$

Exercice 9

Dans tout l'exercice les frottements sont négligés.

Une bille en verre de masse m, a été électrisée par frottement et déposée sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale. Elle est lâchée en un point O, sans vitesse initiale. Le solide glisse tout le long de la ligne de plus grande pente du plan.

1. (a) Établir l'équation horaire du mouvement entre O et A.
   (b) Calculer la vitesse de la bille au point A.
2. Le plan incliné se raccorde en A à une piste circulaire de rayon R disposée dans le plan vertical contenant la droite (OA). La piste s'arrête au point B situé à la même côte que A. Déterminer la vitesse du solide en B.
3. La bille en verre chargée positivement pénètre en B avec la vitesse faisant le même angle $\beta = 20°$, à l'intérieur d'un condensateur plan constitué de deux plaques métalliques parallèles horizontales rectangulaires P et N de longueur ℓ et séparées par une distance d. La bille ressort en B' selon le schéma précédent. À l'intérieur des plaques, il existe un champ électrique uniforme.
   (a) Justifier par un calcul que le poids du solide est négligeable devant la force électrique.
   (b) Déterminer le signe de la tension $U = V_P - V_N$.

Chapitre 5 : LES OSCILLATIONS MECANIQUES

L'essentiel du cours

I- Définitions

1.1 Oscillateur mécanique

C'est un système mécanique animé d'un mouvement périodique

1.2. Mouvement périodique

C'est un mouvement qui se répète identique à lui-même à des intervalles réguliers autour d'une position d'équilibre.

1.3. Une oscillation : est le mouvement d'un système oscillant établi sur une période T

1.4. Un oscillateur libre : c'est un système oscillant qui n'est soumis à aucune exigence ou contrainte. Il peut être amorti (cas réel des pendules soumis à des frottements non négligeables) ou non amorti (cas du pendule de Newton ; des pendule simple, élastique et pendule de torsion lorsque les frottements sont négligeables).

1.5. Oscillateur harmonique : c'est un oscillateur libre et non amorti. Son équation différentielle est de la forme : $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$, son équation horaire est définie par une fonction sinusoïdale : $x = X_m \cos(\omega t + \varphi)$ ou $x = X_m \sin(\omega t + \varphi)$ et dont les caractéristique sont :

- Une période propre T_0
- Une fréquence propre f_0
- Une amplitude.

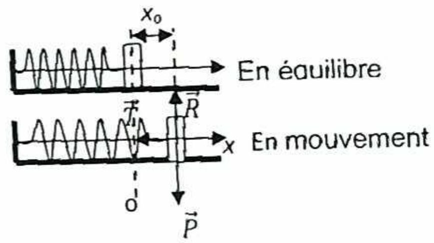
II- Oscillateur en mouvement de translation

2.1. Oscillations libres non amorties

Le système écarté de sa position d'équilibre est abandonné à lui-même.

2.1.1. Pendule élastique horizontal

Etude dynamique



Système : Solide

Référentiel : terrestre supposé galilée

Forces appliquées : $\vec{P}$, $\vec{R}$, $\vec{T}$

D'après le théorème du centre d'inertie

$\sum \overrightarrow{Fext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$

Suivant ox : $P_x + R_x + T_x = ma_x$

$$o + o - T = ma_x \text{ avec } a_x = \ddot{x}$$

$$-Kx = m\ddot{x} \Rightarrow m\ddot{x} + kx = o$$

Soit $\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$ est l'équation différentielle du pendule élastique.

Solution de l'équation différentielle :

La solution est $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

Le solide effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal.

x : élongation

X_m : élongation maximale

ω_0 pulsation propre

φ; phase à l'originale temps

$(\omega_0 t + \varphi)$ phase d'un instant t donné

X_m et φ sont définies par les conditions initiales

Expression de ω_0, T_0 et f_0

$x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\dot{x} = -X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\ddot{x} = -X_m \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

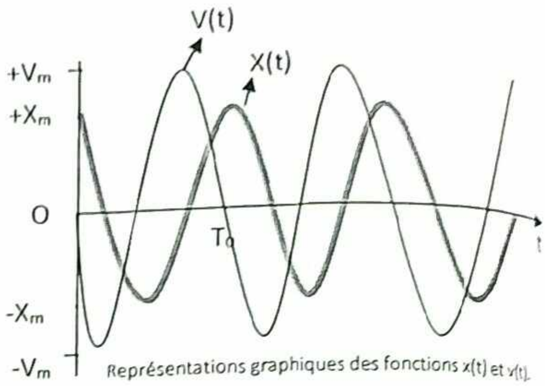
par identification à l'équation différentielle

$\ddot{x} = -x_m\omega_o^2 \; \omega_o^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow \omega_o = \sqrt{\frac{K}{m}}$.

La période propre : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$.

La fréquence propre : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$

Lois horaires et diagrammes



Représentations graphiques des fonctions x(t) et v(t).

$\varphi = 0$

$x = x_m \cos(\omega_o t)$

$\dot{x} = -x_m\omega_o \sin\omega_o t$

$\dot{x} = x_m\omega_o \cos(\omega_o t + \frac{\pi}{2})$

$x(t)$ et $\dot{x}(t)$ sont en quadrature de phase

$x_m\omega_o = V_m$

Etude énergétique

Initialement l'énergie de l'oscillateur est $E_{mo} = E_{co} + E_{po} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx^2$

$V_o = 0 \;\; x = x_m$

alors $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2$

A un instant t quelconque

$E_m = E_c + E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx^2$

$Ec = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = 1/2m\,(-x_m\omega_o\sin(\omega_o t + \varphi))2$

$Ec = \frac{1}{2}m\, x_m^2\omega_o^2 \sin^2(\omega_o t + \varphi) = \frac{1}{2}kX_m^2\sin^2(\omega_o t + \varphi)$

$Ec = \frac{1}{2}kX_m^2 \sin^2(\omega_o t + \varphi)$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}Kx_m^2\cos^2(\omega_o t + \varphi)$

$E_m = \frac{1}{2}Kx_m^2\,[\sin^2(\omega_o t + \varphi) + \cos^2(\omega_o t + \varphi)]$

$E_m = \frac{1}{2}Kx_m^2$

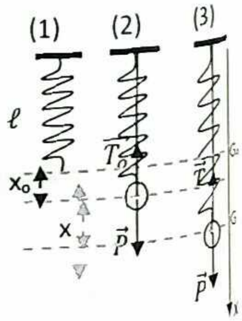
Conservation l'énergie mécanique

$E_m = Em_o$. En l'absence de frottement l'énergie mécanique est une constante

Remarque : Lorsqu'à t=0, le pendule passe par la position d'équilibre (x = 0), $E_m = E_c + E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ avec $v_0 = V_{max}$;

$E_m = = \frac{1}{2}mV_{max}^2$.

2-2 pendule élastique vertical :



Etude dynamique

(2) A l'équilibre

$\sum \overrightarrow{F^{ext}} = \vec{0}$

Suivant ox $P_x + To_x = 0$

$P - T = 0$

$mg - kx_0 = 0$

(3) En mouvement

D'après le théorème du mouvement du Centre d'inertie :

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

Suivant ox $P_x + T_x = ma_x \Rightarrow \quad P - T = ma_x \Rightarrow \quad mg - k(x_o + x) = m\ddot{x}$

$mg - kx_0 - kx = m\ddot{x}$ or $mg - kx_0 = 0 \Rightarrow \quad -kx = m\ddot{x} \Rightarrow \quad m\ddot{x} + kx = 0 \quad \Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{m}x =$

0 :c'est l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique

Etude énergétique

$E_m = E_C + E_{pe} + E_{pp}$

Référence de potentiel et en O : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, $E_{pe} = \frac{1}{2}K(x_0 + x)^2$, $E_{PP} = -mgx$

$E_{pe} = \frac{1}{2}K(x_o^2 + 2xx_o + x^2) = \frac{1}{2}kx_o^2 + kx_ox + \frac{1}{2}Kx^2$

$Kx_o = mg \quad \Rightarrow \quad E_{Pe} = \frac{1}{2}kx_0^2 + mgx + \frac{1}{2}Kx^2$

$E_m = E_C + E_{pe} + E_{pp} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 + mgx + \frac{1}{2}Kx^2 - mgx$

$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2}Kx^2$;

Les oscillations sont libres et non amorties : les frottements sont nulle :

$E_m =$ constante $\quad \Rightarrow \quad dE_m/dt = 0 \quad \Rightarrow \frac{1}{2}m(2\ddot{x}\dot{x}) + \frac{1}{2}k(2\dot{x}\,x) = 0$

$m\dot{x}\ddot{x} + kx\,\dot{x} = 0 \quad \Rightarrow \dot{x}\,(m\ddot{x} + kx) = 0$

$\dot{x} = 0$ ou $m\ddot{x} + kx = 0 \quad \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ équation différentielle d'un oscillateur harmonique.

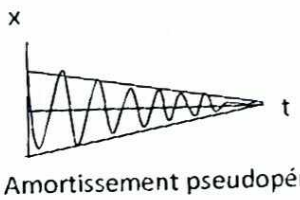
Remarque : Quelle que soit la position du pendule élastique (horizontale, verticale ou oblique), le pendule élastique en oscillation libre et non amortie est un oscillateur harmonique d'équation différentielle $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$et dont l'équation horaire s'écrit sous la forme : $x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

1.3 Oscillations libres amorties

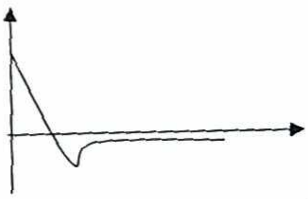
Amortissement des oscillations :

L'énergie mécanique n'est plus une constante, l'amplitude des oscillations décroit jusqu'à l'arrêt des

Courbes de x(t)



Amortissement pseudopériodique



Amortissement apériodique

par identification à l'équation différentielle

$\ddot{x} = -x_m\omega_0^2\ \omega_0^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$

La période propre : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

La fréquence propre : $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$

Lois horaires et diagrammes

$\varphi = 0$

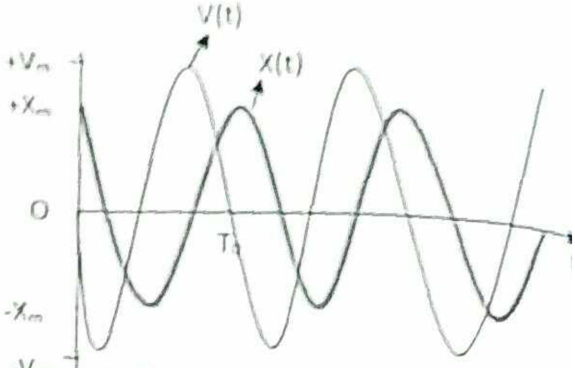
$x = x_m \cos(\omega_0 t)$

$\dot{x} = -x_m\omega_0 \sin\omega_0 t$

$\dot{x} = x_m\omega_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$x(t)$ et $\dot{x}(t)$ sont en quadrature de phase

$x_m\omega_0 = V_m$



Représentations graphiques des fonctions x(t) et v(t)

Etude énergétique

Initialement l'ènergie de l'oscillateur est $E_{mo} = E_{co} + E_{po} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx^2$

$V_o = 0 \quad x = x_m$

alors $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2$

A un instant t quelconque

$E_m = E_c + E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx^2$

$Ec = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = 1/2m\,(-x_m\omega_o\sin(\omega_o t + \varphi))2$

$Ec = \frac{1}{2}m\, x_m^2\omega_o^2 \sin^2(\omega_o t + \varphi) = \frac{1}{2}kX_m^2\sin^2(\omega_o t + \varphi)$

$Ec = \frac{1}{2}kX_m^2 \sin^2(\omega_o t + \varphi)$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}Kx_m^2\cos^2(\omega_o t + \varphi)$

$E_m = \frac{1}{2}Kx_m^2\,[\sin^2(\omega_o t + \varphi) + \cos^2(\omega_o t + \varphi)]$

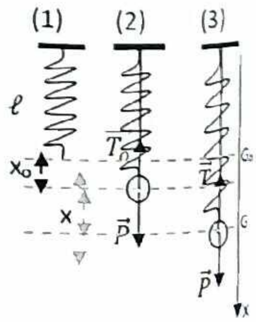
$E_m = \frac{1}{2}Kx_m^2$

Conservation l'énergie mécanique

$E_m = Em_o$. En l'absence de frottement l'énergie mécanique est une constante

Remarque : Lorsqu'à t=0, le pendule passe par la position d'équilibre (x = 0), $E_m = E_c + E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 +$ $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ avec $v_0 = V_{max}$;

$E_m = = \frac{1}{2}mV_{max}^2$,



2-2 pendule élastique vertical :

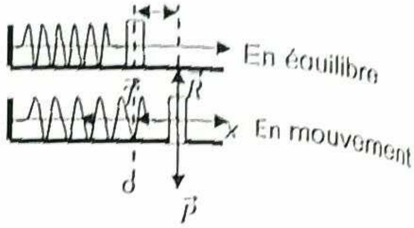
Etude dynamique

(2) A l'équilibre

$\sum\overrightarrow{F^{ext}} = \vec{0}$

Equation différentielle

La relation fondamentale de la dynamique s'écrit :



$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{f} = m\vec{a}$; projetons cette relation

suivant ox, $R_x + T_x + P_x + f_x = ma_x$

$0 - T + 0 - \alpha v = ma \Rightarrow -kx - \alpha\dot{x} = m\ddot{x}$, avec $a = \ddot{x}$, et

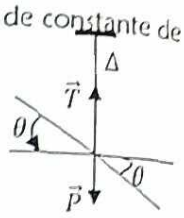
$\vec{f} = -\alpha\vec{v} \Rightarrow m\ddot{x} + \alpha\dot{x} + kx = 0$

$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{\alpha\dot{x}}{m} + \frac{kx}{m} = 0$

III- Oscillations harmoniques de rotation non amorties

3.1 Pendule de torsion

Il est considéré constitué par un solide S suspendu à son Centre d'inertie par un fil de constante de torsion C.



Etude dynamique

Système : pendule ;Référentiel terrestre suppose galiléen

Actions extérieures : $\vec{T}$ *et* $\vec{P}$et couple de torsion

D'après la relation fondamentale de la dynamique $\sum \mathcal{M}_{\Delta}^{\vec{f}} = J_{\Delta}\ddot{\theta} \Rightarrow M_P + M_T + M_C = 0 + 0 - C\theta = J_{\Delta}\ddot{\theta}$ $\quad J_{\Delta}\ddot{\theta} + C\theta = 0$ alors$\ddot{\theta} + \frac{C}{J\Delta} = 0$: **équation différentielle du mouvement : le pendule de torsion est est oscillateur harmonique** dont l'équation horaire du mouvement est:

- $\theta = \theta_m \cos(\omega_o t + \varphi)$
- la pulsation propre est :$\omega_o^2 = \frac{C}{J\Delta} \Rightarrow \omega_o = \sqrt{\frac{C}{J\Delta}}$;
- la période propre :$T_o = \frac{2\pi}{\omega o} = 2\pi\sqrt{\frac{C}{J\Delta}}$
- et la fréquence propre : $N_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{J\Delta}{C}}$

Etude énergétique :

$E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp}$

avec$E_{pp} = 0$; $E_c = \frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2$et $E_{pe} = \frac{1}{2}C\theta^2$ d'où$E_m = \frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}C\theta$

3.2 Pendule pesant

Il est constitué par un solide S suspendu à un axe Δ ne passant pas par son centre d'inertie

Etude dynamique

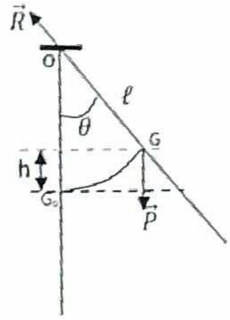
$\sum M_{F_{ex}} = J_\Delta \ddot{\theta}$

$M_{P/\Delta} + M_{R/\Delta} = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow - Pd + 0 = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow J_\Delta \ddot{\theta} + mgd = 0 = J_\Delta \ddot{\theta} + mgl\sin\theta = 0$

Pour des petites oscillations $\sin\theta = \theta$

$J_\Delta \ddot{\theta} + mgl\theta = 0 \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{mgl}{J\Delta}\theta = 0$

$\omega_0^2 = mgl/J\Delta \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{J\Delta}} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J\Delta}{mgl}}$



Etude énergétique

$E_m = E_c + E_{PP} = \frac{1}{2}J_\Delta\theta^2 + mgh = \frac{1}{2}J_\Delta\theta^2 + mgl\ (1 - \cos\theta)$

θ est petit $\quad \cos\theta = 1 - \frac{\theta 2}{2}$

$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\theta^2 + \frac{1}{2}\,mgl\theta^2$

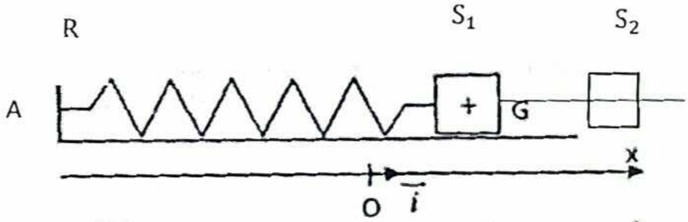
Remarque : lorsque la tige est un fil inextensible de masse négligeable à l'extrémité de laquelle est accroché un solide de masse m, le système devient un pendule simple dont $J_\Delta = ml^2$; l'équation différentielle devient $\Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0.$

Exercices

Exercice 1

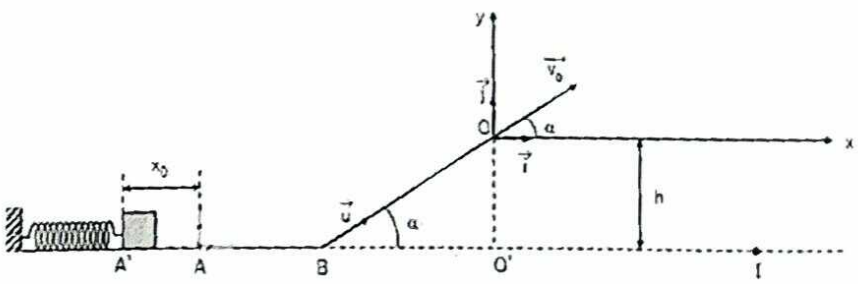
Deux solides indéformables S_1 et S_2 supposés ponctuels de masses respectives m_1 et m_2 telles que $m_1 = m_2$ peuvent glisser sans frottement sur une tige horizontale T. Le solide S_1 est lié à l'extrémité du ressort R élastique de masse négligeable, de constante de raideur $k = 20N/m$. L'autre extrémité est fixée en A à la tige T. L'ensemble $\{S_1; R\}$ est en équilibre en O origine de l'axe $x'x$, R non déformé. On lance le solide S_2 placé à l'autre extrémité de la tige vers S_1. Au moment du choc, il y a accrochage des deux solides, formant alors un ensemble solidaire S de centre d'inertie G et de masse $m = m_1 + m_2$.

1. Avant le choc, la vitesse du centre d'inertie de S_2 est de $v_2 = 0{,}5m/s$.
   (a) Exprimer en fonction de m_1, m_2 et v_2 le module de la vitesse v_0 du centre d'inertie G de S après le choc.
   (b) En déduire que le module de vecteur-vitesse $\overrightarrow{v_0}$ est $v_0 = 0{,}25m/s$.
2. Après le choc, S est lié au ressort poursuit son mouvement.
   (a) Etablir l'équation différentielle du mouvement de S.
   (b) En déduire l'équation horaire du mouvement sous $x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$, sachant que S décrit un segment de droite de longueur $L = 4cm$, au cours des oscillations dont la période $T = 0{,}5s$. L'origine de temps est prise à l'instant du choc.
3. (a) En prenant l'énergie potentielle de pesanteur nulle au niveau de la tige et vérifier que l'énergie mécanique vaut $E_m = 4.10^{-3}J$.
   (b) En déduire la valeur de l'énergie cinétique du solide au point d'abscisse $x = +1cm$
4. A la date $t_1 = 5{,}25s$, le solide S détache du ressort.
   (a) Etudier la nature du mouvement ultérieur de S qui coulisse toujours sur la tige.
   (b) Déterminer sa position à la date $t_2 = 6s$.



Exercice 2

Un jeu d'enfant consiste à lancer un palet à l'aide d'un lanceur. Le palet doit atterrir dans un réceptacle placé sur le plan horizontal en un point I tel que $\mathbf{O'I = 1,1m}$. Le lanceur, constitué d'un ressort à spires non jointives et de constante de raideur $\boldsymbol{k = 125N/m}$ permet de communiquer au palet de masse $m = \mathbf{50g}$, une vitesse v_A au point A (coir figure). On néglige les forces de frottement. L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est prise suivant l'axe $\overline{AI}$. Données : $\boldsymbol{g = 10m/s^2}$; $\boldsymbol{h = 1m}$; $\alpha = 30°$

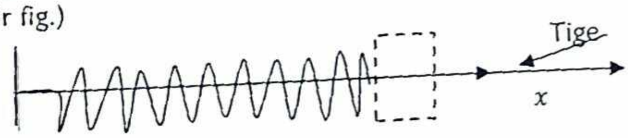


1. Etude énergétique
Le chef du groupe comprime le ressort d'une distance $x_0 = 10cm$ de sa position initiale A (ressort au repos) et place le palet juste à l'extrémité libre A' du ressort puis le relâche
   (a) Nommer la forme d'énergie que possède le système {ressort + palet} au point A' juste avant le relâchement puis donner son expression.
   (b) Nommer la forme d'énergie que possède le palet au point A lorsque le ressort reprend sa position initiale puis donner son expression
   (c) Calculer alors la vitesse du palet sur ce trajet.
2. **Etude du mouvement du centre d'inertie du palet sur BO**
   (a) Faire le bilan des forces appliquées au palet et représenter-les sur un schéma
   (b) On note $\vec{a} = a.\vec{u}$ le vecteur-accélération du centre d'inertie du palet. Etablir l'expression de l'accélération a
   (c) En déduire la nature du mouvement du palet sur ce trajet.
3. Etude du mouvement du centre d'inertie G du palet dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$
Le palet arrive en O, avec une vitesse $v_0 = 2,2m/s$ (voir figure)
Déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie G du palet dans le repère $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$
   (a) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire
   (b) Montrer que le palet atterrit dans le réceptacle

<u>Exercice 3</u>
Un solide S de masse $m = 200g$ est fixé à l'extrémité d'un ressort de raideur k=40N/m. l'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe. Ce ressort, de masse négligeable, à spires non jointives, peut travailler en extension et en compression. Le solide de masse m est guidé rectilignement sur un banc à coussin d'air horizontal. Les frottements sont négligeables. Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une longueur $x_0 = 5$cm en étirant le ressort et lâché avec une vitesse $V_0 = 0,70m/s$ vers sa position d'équilibre. On associe au mouvement du solide un repère $(0; \vec{\imath})$ ou O est la position d'équilibre du centre de gravité du solide et $\vec{\imath}$ un vecteur unitaire de même sens que $\overrightarrow{V_0}$.

1) Déterminer :
   (a) L'énergie mécanique E_0 du système ressort-solide au début du mouvement ;
   (b) La vitesse du solide au passage par la position d'équilibre ;
   (c) Le raccourcissement maximal du ressort.
2) (a) Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide ;
   (b) En déduire l'équation horaire du mouvement ;
   (c) Quelles est la période T_0 du mouvement ?

<u>Exercice 4</u>
Partie A : On donne $g = 10m/s^2$
Un solide (S) de masse m=200g, est accroché à l'extrémité d'un ressort R_1 à spires non jointives suspendu verticalement en un point A. A l'équilibre, suspendu verticalement en un point A. A l'équilibre, l'allongement du ressort vaut $\Delta l_0 = 10$cm. Calculer la raideur K du ressort.
Parie B : Le pendule élastique réalisé avec le ressort R_1 et le solide (S) est maintenant horizontal. Son mouvement est guidé par une tige T, sans frottement. Soit O la position du centre d'inertie du solide (S) à l'équilibre (voir fig.)



(S)

La tige T est munie du repère $(O; \vec{\imath})$. On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance $x_0 = +3$cm vers la droite et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant t=0s.

1. Faire le bilan des forces exercées sur le solide (S) à une date t quelconque.
2. Etablir l'équation différentielle du mouvement de (S). Calculer la période T_0 de son mouvement.

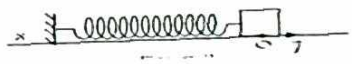
On écarte (S) de sa position d'équilibre et on le lâche. A l'instant $t_0 = 0$, choisi comme origine des dates, son abscisse est $x_0 = 2cm$ et sa vitesse $v_0 = -0{,}20m/s$.

1. Déterminer ω_0, T_0 et f_0.
2. Donner l'équation horaire du mouvement et sa vitesse.
3. Calculer à l'instant $t = 6s$ la position et la vitesse de G.

Exercice 7

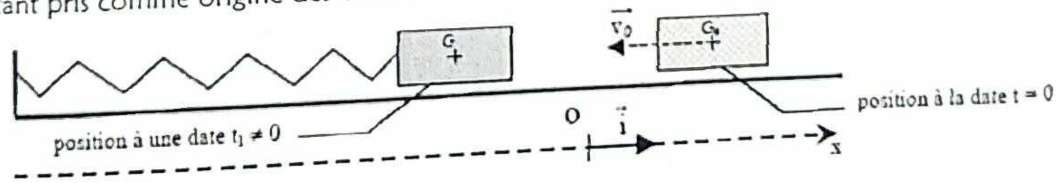
Un pendule élastique, constitué d'un solide S de masse $200g$ et d'un ressort de raideur $5N/m$, effectue des oscillations libres sur un banc à coussin d'air horizontal. L'axe de des abscisses est confondu à l'axe du ressort. L'origine des abscisses est la position du centre d'inertie G du solide lorsque celui est au repos.

1. L'origine des dates correspond au passage de G par l'origine des abscisses avec une vitesse de 0,6m/s dirigé dans le sens négatif de l'axe.
   (a) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G du solide.
   (b) Déterminer l'équation horaire qui décrit le mouvement de G. On admet que les solutions sont sous la forme : $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$
   (c) Déterminer au cours du mouvement l'accélération maximale de G
2. (a) Tracer qualitativement le graphe de la variation de x en fonction du temps, sur au moins deux périodes du mouvement.
   (b) Déduire à quelles dates le centre d'inertie G du solide repasse-t-il pour la première et pour la deuxième fois par le point d'abscisse $x = 0$
3. (a) Calculer l'énergie mécanique du pendule à la date $t = 0s$
   (b) Enduire la valeur de la vitesse du centre G du solide au point d'abscisse $x = 3cm$



Exercice 8

Un pendule élastique est constitué d'un mobile de masse m=100g pouvant se deplacer sur un banc à coussin d'air horizontal. Ce mobile est attaché à un point fixe par rapport un ressort à spires non jointes de raiseur k=10N/m. A l'équilibre, la position du centre d'inertie du mobile coincide avec le point O, origine du repere $(O; \vec{i})$. On écarte le solide de sa position d'équilibre et on le lance une vitesse V_0 à un instant pris comme origine des dates.

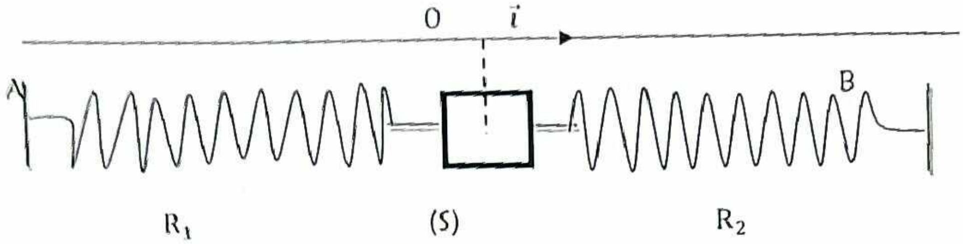


Le rérentiel terrestre est consideré comme galiléen pendant la durée de l'étude. Les frottements exercés par l'air peuvent etre modélisés par une force $\vec{f}$ colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse $\vec{v}$ du centre d'inertie G du mobile telle que la valeur de f soit $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ avec α étant une constante positive.

1. Etablir l'équation differentielle verifiée par l'abscisse x du centre d'inertie G du mobile, par une étude dynamique.
2. On suppose maintenant que les frottements exercés par l'air sont négligeables.
   (a) Dans ce cas, en déduire l'équation differentielle du mouvement.
   (b) L'équation differentielle admet une solution de la forme $x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_0\right)$. Donner l'expression littérale de la période propre T_0 en fonction des grandeurs caracteristiques de l'oscillateur. Calculer T_0.
   (c) Calculer les valezurs de x_m et de φ_0 sachant que : $x_0 = +2{,}0cm$ et $v_x(0) = v_{0x} = -0{,}2m/s$

3. Etablir l'équation horaire du mouvement de (S).
4. (a) Calculer la date t_1 du premier passage de (S) par le point d'abscisse $x = -1{,}5\text{cm}$.
   (c) Préciser à cette date les caractéristiques du vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_1}$ de (S).

Partie C : On accroche, cette fois-ci, au solide (S), un deuxième ressort identique au précédent (voir fig.)



A l'équilibre, chaque ressort a un allongement $\Delta l = 8\text{cm}$. On tire (S) suivant la droite (AB), d'une distance d=5cm et on le lâche sans vitesse initiale.

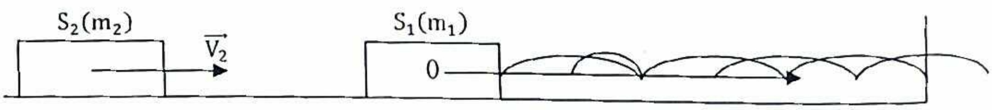
1. En supposant que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle dans le plan horizontal du mouvement, établir l'expression de l'énergie mécanique du système $[R_1;\ R_2;\ (S);\ terre]$ à un instant t quelconque.
2. En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement de (S).
3. Donner :
   - L'expression de la nouvelle période T'_0
   - La relation entre T_0 et T'_0
4. Calculer la vitesse maximale du solide.

Exercice 5

Un ressort à spires non jointives, de masse m négligeable et de raideur $k = 10\text{N}/m$, a une longueur à vide $l_0 = 0{,}2m$. Le ressort est enfilé sur une tige horizontale (figure ci-dessous). L'une de ses extrémités est fixe, l'autre est attaché à un solide S_1, de masse $m_1 = 75g$. Un axe positif convenable, non représenté, assure un de l'ensemble. Le solide S_1 n'effectue ainsi une des mouvements de translation le long de l'axe $(0;\ \vec{\imath})$ axe du ressort. Au repos, le centre d'inertie G de S_1 est en 0

Le solide S_2, de masse $m_2 = 25g$, heurte le solide S_1 avec une vitesse $\overrightarrow{V_2}$ dirigée vers la droite suivant l'axe du ressort. Après le choc S_2reste accrocher à S_1

1. Déterminer la vitesse $\overrightarrow{V_1}$, immédiatement après le choc, de l'ensemble S de deux solides S_1 et S_2 accrochés sachant que $V_2 = 2m/s$.
2. Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de S. On prend comme origine des espèces le point 0
3. Calculer :
   (a) La pulsation propre de l'oscillateur ;
   (b) Sa période propre ;
   (c) Sa fréquence propre.
4. On prend comme origine des temps l'instant du choc. Etablir l'équation horaire du mouvement de S.



Exercice 6

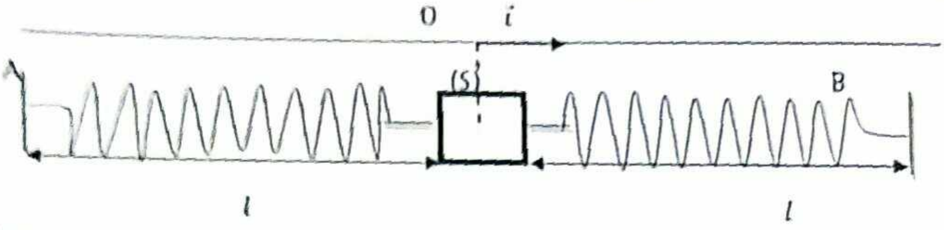
On dispose d'un pendule élastique horizontale non amorti. Le ressort a une raideur K=10N/m et le solide (S) fixé à l'extrémité mobile a une masse $m = 0{,}1kg$. L'abscisse X du centre d'inertie G de (S) est repérée par rapport au point O, position de G à l'équilibre.

(d) Etablir les expressions de l'énergie cinétique E_C et de l'énergie potentielle E_P de l'oscillateur en fonction du temps, puis en déduire l'expression de son énergie mécanique E en fonction de k et x_m. Calculer E.

(e) Tracer, dans un meme système d'axes, les graphes $E_C(t) = f(t)$ et $E_P(t) = f(t)$.

Exercice 9

Deux ressorts identiques, de masse négligeable, sont accrochés à un solide autoporteur S qui repose sur une table parfaitement plane et horizontale. Les deux ressorts sont fixés en A et B aux extrémités de la table. On tire le solide S suivant la droite AB, d'une distance d=12,5cm et on le lâche sans vitesse.



On donne :

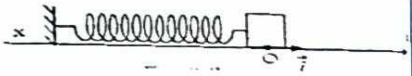
- Masse du solide autoporteur : $M = 560g$;
- Longueur à vide des ressorts : $l_0 = 15cm$;
- Longueur des ressorts lorsqu'ils sont accroché à S : $l = 30cm$
- Raideur d'un ressort : k=7,2N/m.

1. Etablir l'équation différentielle du mouvement.
2. Calculer la période des oscillations du solide S.
3. Calculer la vitesse maximale.
4. Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur.

Exercice 10

Un ressort de suspension de voiture de raideur K et à spires non jointives est fixé avec une extrémité sur un banc d'essai. Un solide (S) de masse m fixé à l'autre extrémité du ressort peut glisser sans frottement sur une tige rigide horizontale $x'x$. L'abscisse de centre d'inertie G de (S) est repérée par rapport à la position O de G au repos. On écarte (S) de sa position d'équilibre et on lâche, sans vitesse initiale, à l'instant $t = 0s$. Son abscisse est alors $x = x_m$. On donne K=4kN/m ; $m = 100kg$ et $x_m = 5cm$

1. Faire le bilan des forces appliquées au solide (S) et les représenter
2. Etablir l'équation différentielle du mouvement.
3. En déduire l'équation horaire du mouvement de (S)
4. Calculer la période pour les mêmes données numériques
5. Montrer que l'énergie mécanique de l'oscillation est constante et peut se mettre sous la forme $E_m = \frac{1}{2} m V_m^2$ où V_m est la vitesse maximale
6. Retrouver l'équation différentielle à partir de l'expression de l'énergie mécanique



Exercice 11

Dans tout l'exercice, on néglige les frottements et on assimile le solide (S) à un point matériel. On prendra g=10N/kg.

1) Tiré par un câble actionné par un moteur, un solide de masse $m = 3kg$, gravit un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. Sa vitesse $\vec{V}$ est constante.
   (a) Faire le bilan des forces appliquées au solide (S). Représenter les forces sur un schéma.
   (b) Calculer les valeurs de T de la tension du câble et R de la réaction du plan sur le solide (S).
2) Subitement, le câble se casse. En supposant que (S) était monté jusqu'en B, l'altitude $h_B = 1,5m$ (voir fig.) ; calculer la vitesse V_A de passage de (S) au point A.
3) Le solide (S) continu son mouvement sur le plan horizontal contenant A, heurte un solide (S') de masse $m' = 2kg$ accroché à un ressort de raideur K=1000N/m en O (voir fig.).
   (a) Quelle est la vitesse V_0 de (S) juste avant le choc.

(b) Quelle est l'énergie mécanique de (S) juste avant le choc, sachant que son énergie potentielle de pesanteur y est nulle ?

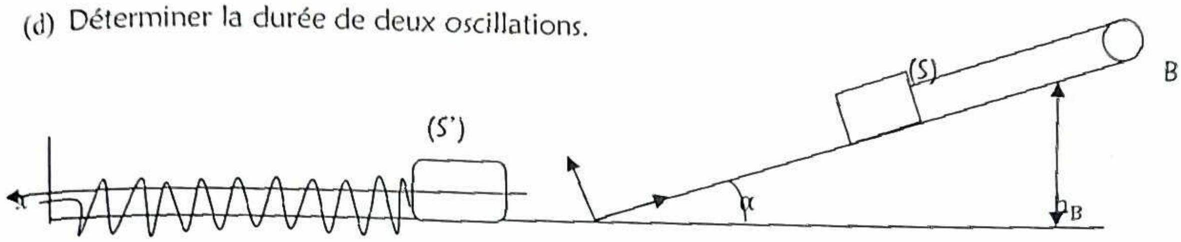
4) Dès que le choc se produit, le système constitué de {(S) + (S')} reste solidaire du ressort, il effectue des oscillations autour du point O, origine de l'axe x'x, parallèle au sol horizontal. On prendra comme origine des temps, l'instant du choc.

(a) Calculer la vitesse de l'ensemble.

(b) Déterminer l'amplitude X_m du mouvement de l'oscillateur.

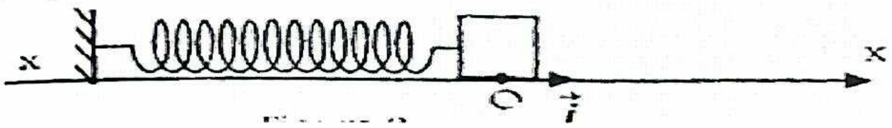
(c) Etablir l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur. En déduire sa pulsation et la loi horaire de son mouvement.

(d) Déterminer la durée de deux oscillations.



Exercice 12

Un ressort de raideur k, à spires non jointives et de masse négligeable, est enfilé sur une tige horizontale T dont il est solidaire à son extremité B. L'autre extremité C du ressort est reliée à un solide (S) supposé ponctuel et de masse m. L'ensemble {ressort + solide} coulisse sans frottement sur la tige T. (Voir figure suivante). (S) est écarté de sa postion d'équilibre suivant la direction x'x et laché sans vitesse initiale. Il passe en O, d'abscisse $x_0 = 0$ à l'instant t à la vitesse V_0. Données : $V_0 = 0{,}164m/s$; k=10N/m ; m=0,16kg



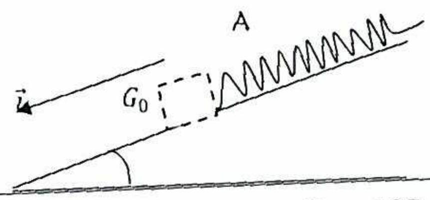
1. Etablir l'équation differentielle du mouvement de (S).
2. Donner l'expression de la pulsation propre de ce mouvment.
3. Montrer que $x(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation de la question 1). (A est l'amplitude du mouvement de S).
4. Exprimer l'énergie cinétique $E_c(t)$ du solide (S) et l'énergie potentielle $E_P(t)$ su système en fonction de m, A, ω_0 et φ.
5. Exprimer l'énergie mécanique E_m du système {ressort + solide} en fonction de m, A et ω_0.
6. Claculer l'amplitude A du mouvement de (S), puis la valeur de l'énergie mécanique E_m du système.

D'après Bac Série D Centrafrique 1997

Exercice 13

Un ressort R, de masse négligeable et à spires non jointives est accroché, à l'une de ses extrémités A, au bâti d'une table. Celle-ci est inclinée par rapport au plan horizontal d'un angle $\alpha = 25°$ (voir figure). A l'extrémité B du ressort est accroché un solide autoporteur S dont la masse vaut $m = 570g$. La longueur du ressort à vide vaut $l_0 = 16cm$. Lorsque le solide S est accroché en B, la longueur du ressort à l'équilibre devient $l = 29{,}6cm$.

1. Calculer la raideur k du ressort.
2. On tire le solide autoporteur d'une longueur $a = 7cm$ vers le bas et on lâche sans vitesse à l'instant t=0.
   On prend comme origine spatiale la position G_0 du centre d'inertie G du solide S à l'équilibre. L'abscisse x de G à l'instant t sera déterminée sur l'axe $(O; \vec{i})$
   (a) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement.
   (b) Calculer la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.



(c) Donner l'équation horaire du mouvement du solide S.

B

α

3. Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur.
L'énergie potentielle de pesanteur sera, conventionnellement, prise égale à zéro, pour le solide S, dans sa position d'équilibre.

Exercice 14

L'équation horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique est : $X = 2.10^{-2}\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (En m).

1. De quel type d'oscillateur s'agit-il ?
2. Déterminer les caractéristiques de cet oscillateur.
3. Déterminer le nombre d'oscillateur effectué par cet oscillateur a l'instant t=10s.
4. Quelle est la vitesse de cet oscillateur a l'instant t=2s.
5. Sans calcul, donner la vitesse de ce pendule a l'instant t=4s.
6. Déterminer la longueur du pendule simple synchrone à cet oscillateur harmonique.

Exercice 15

On accroche à l'extrémité inferieure d'un ressort vertical de masse négligeable de longueur à vide $l_0 = 12cm$ et de raideur k, une masse marquée (S) de valeur $m = 100g$. A l'équilibre sa longueur vaut $l = 15cm$.

1. Représenter les forces qui s'exercent sur (S) à l'équilibre.
2. Déterminer l'allongement x_0 du ressort à l'équilibre et en déduire la raideur K.
3. (S) est tiré verticalement vers le bas d'une distance $X_m = 2cm$ et abandonnée sans vitesse initiale à la date t=0.
   (a) En utilisant la méthode dynamique, établir l'équation différentielle du mouvement de (S) et en déduire son équation horaire sachant qu'à la date t=0, l'abscisse du centre de gravité G est : $x = +X_m$.
   (b) Déterminer la période T_0 du mouvement.
   (c) Calculer l'énergie mécanique du système ressort-solide (S).
4. On immobilise le système à l'équilibre et un dispositif approprié lui Communique à t=0 une vitesse $V_0 = 0{,}2m/s$ vers le bas.
   Ecrire l'équation horaire du mouvement.

5. A partir de la position d'équilibre, (S) est tiré verticalement vers le bas d'une distance d=2cm et abandonné vers le haut avec une vitesse initiale $V_0 = 0{,}2m/s$ grâce au même dispositif. Ecrire l'équation horaire.

Exercice 16

Un solide S de centre d'inertie G, de masse m=0,1kg, fixé à un ressort de raideur K=10N/m, coulisse sur une tige horizontale. On désigne par $x(t)$ la position de G dans le repère $(o,\vec{\imath})$ à l'instant t ; O étant la position de G à l'équilibre. On écarte S de sa position d'équilibre et on le lâche en lui donnant une vitesse initiale. On donne $x(o) = 0{,}05m$ et $\dot{x}(o) = -0{,}5m/s$.

1) On néglige les forces de frottement.
   (a) Rappeler l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide S.
   (b) En déduire l'équation horaire du mouvement de G en précisant les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase.
   (c) Calculer la position et la vitesse de S à l'instant t=5s.
   (d) Tracer la courbe représentative (C) de l'élongation du mouvement de G.
2) Le mouvement de S est amorti par les frottements dont la force est proportionnelle à la vitesse et opposée au déplacement de la forme $\vec{f} = \lambda\vec{v}$. Etablir l'équation différentielle de son mouvement.

D'après Bac série C/E du Tchad 2009

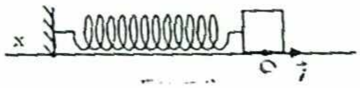
Exercice 17

Une tige rigide A_x est fixée en A à un support vertical. Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur $k = 12N/m$ est enfilé en A au même support. L'autre extrémité du ressort est liée à un solide S, de masse $m = 10g$. Le solide S et le ressort peuvent coulisser sans frottement le long de la fixe A_x. Le ressort n'étant ni comprimé ni étiré, le centre d'inertie G du solide se trouve en O, position que l'on prendra pour origine des abscisses. L'axe des abscisses A_x est orienté positivement de la gauche vers la droite comme l'indique la figure ci-dessous.

On écarte le solide S de sa position d'équilibre. L'abscisse de son centre d'inertie est alors en $x_0 = 2{,}0cm$.

A la date $t = 0s$, on le lance vers A avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ dont la norme est $v_0 = 1{,}2m/s$

1. Déterminer la vitesse de S au passage par la position d'équilibre.
2. Quelle est l'amplitude du mouvement des oscillations ?
3. Etablir l'équation différentielle du mouvement de G. En déduire l'équation horaire du mouvement en prenant pour origine des dates celle précisée plus haut.
4. Exprimer, à la date t, l'énergie cinétique $E_C(t)$ et l'énergie potentielle élastique $E_{Pe}(t)$ de S lié au ressort.
   NB : On considère que l'énergie potentielle pour la position d'équilibre du système est nulle.
5. On pose $E = E_C(t) + E_{Pe}(t)$. Montrer que E est constant et calculer sa valeur. Que représente E pour le système ?

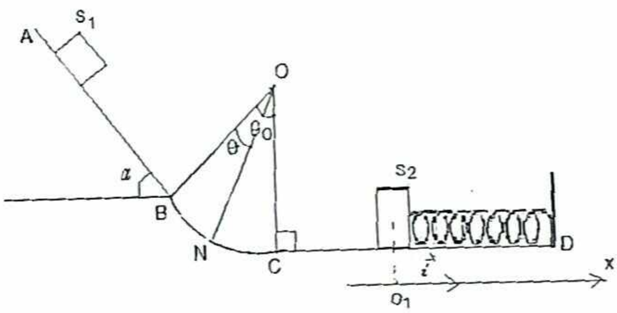


Exercice 18

Une piste AB est constituée par un plan de longueur $\ell = 0{,}4\,m$ incliné d'un angle $\alpha = 50°$ sur l'horizontale en raccordant tangentiellement à une surface cylindrique BC de centre O et de rayon $r = OB = 0{,}5\,m$ et d'angle au centre $\widehat{BOC} = \theta_0 = 60°$; le tronçon est raccordé tangentiellement en C à une pente rectiligne horizontale CD 'voir fig.

Un solide ponctuel S_1 de masse $m_1 = 50\,g$ est abandonné sans vitesse initiale au point A. Les frottements sont négligeables. On donne $g = 10\,m.s^{-2}$.

1. Déterminer la valeur V_B de de la vitesse de S_1 en B.
2. Donner l'expression de V_N de S_1 lors de son passage par la position N de BC définie par l'angle $\widehat{BON} = \theta$. En déduire l'expression de V_C puis calculer.
3. Le solide S_1 aborde en C le tronçon CD horizontal et vient heurter, avec une vitesse V_0, un solide S_2 ponctuel, de masse $m_2 = 150\,g$, soudé à l'extrémité O_1 d'un ressort horizontal à spires non jointives et de raideur $K = 10\,N.m^{-1}$ dont l'autre extrémité est attaché au point D. Apres le choc supposé mou et très bref, les solides S_1 et S_2 restent collés l'un à l'autre.
   (a) Déterminer les vitesses V_0 et V_G du centre d'inertie respectivement juste avant et après le choc.
   (b) Après le choc, le ressort subit une compression maximale X_m.
   Déterminer X_m. et la période propre T_0 des oscillations



Chapitre 6 : CHAMP D'INTERACTION GRAVITATIONNELLE

L'essentiel du cours

1. **Définition :**

   On définition $G = \frac{G_0 R_T^2}{(R_T+h)^2}$ où :

- G_0 champ gravitationnelle au niveau du sol ;
- R_T : Rayon terrestre ($R_T = 6.400km$) ;
- h : Altitude en mètre (m).

2. **Mouvement des satellites dans le référentiel géocentrique**

Dans le référentiel géocentrique, un satellite, situé à une altitude h est animé d'un mouvement circulaire uniforme. Ses caractéristiques sont :

- Accélération $\vec{a} = \vec{g}$;
- Vitesse $v = \sqrt{\frac{\mathcal{G}M_T}{r}}$ avec $r = R_T + h$;
- Période $T = \frac{2\pi r}{v}$

<u>Remarque</u> : Un satellite géostationnaire en mouvement dans le plan équatorial, tourne autour de la terre dans le même sens, à la vitesse angulaire et avec la même période.

3. **Les lois de Kepler**

Le mouvement d'une planète autour du soleil dans le référentiel de Copernic. Il est régi par trois lois appelées loi de Kepler :

- **1e loi** : la trajectoire d'une planète est une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers ;
- **2e loi** : pendant des durées égales, le segment de droite joignant le soleil et la planète balaie des aires égales.
- **3e loi** : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{\mathcal{G}M}$ où $\mathcal{G}$ est une constante de gravitation ($\mathcal{G} = 6,67.10^{-11}SI$)

<u>Remarque</u> : Si la trajectoire de la planète est circulaire de rayon R alors $r = R$

Exercices

Exercice 1

Un satellite artificiel assimilé un point (S), de centre O de la terre. Son altitude est h

Seule l'interaction gravitationnelle entre la terre et le satellite est prise en compte.

1. Montrer que dans un repère géocentrique galiléen, le mouvement du satellite (S) est uniforme. Exprimer sa vitesse V et sa période de révolution T en fonction de R_T, h et g_0
2. Calculer les valeurs de V et T si $R_T = 6400km$, $g_0 = 9,8m/s^2$ et h=1000km.
3. Montré que le quotient $\frac{T^2}{(R_T+h)^3}$ = constante, ce qui constitue un cas particulier de la loi de Kepler.
4. Le centre d'inertie de la lune décrit au niveau de la terre une orbite assimilé a un cercle de rayon r_L avec $T_L = 27j7h43'$. En utilisant le résultat précédent, déduire la valeur de r_L.

Exercice 2

On considère une planète P de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel galiléen, muni d'un repère dont le centre coïncide avec le centre O de la planète P et les trois axes dirigés vers trois étoiles fixes. On admet que la planète a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la planète P sur le satellite S. Faire un schéma.
2. Donner l'expression du champ de gravitation $\vec{G}$ créé par la planète P au point ou se trouve le satellite S. Représenter ce vecteur de gravitation $\vec{G}$ sur le schéma précédent.
3. Déterminer la nature du mouvement dans le référentiel d'étude précisé.
4. Exprimer le module de la vitesse V et la période de révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation K, du rayon r de la trajectoire du satellite S et de la masse M de la planète P.

Exercice 3

Dans tout cet exercice, la terre est considérée comme une sphère homogène, de masse M, de centre O et de rayon R.

1. Etablir l'expression qui donne l'intensité g du vecteur champ de gravitation terrestre à une altitude h de sa valeur g_0 au niveau du sol.
2. Dans le repère géocentrique, un satellite de la terre décrite une orbite circulaire à une altitude h_1. Etablir l'expression de sa période de révolution T_1 en fonction de R, g_0 et h_1. R=6370km ; $g_0 = 9,8N/kg$ et $h_1 = 3600km$
3. On considère maintenant que le satellite, sous l'influence d'actions diverses, perd de l'altitude à chaque tour. La réduction d'altitude en début à la fin de chaque tour est supposée égale au millième de l'altitude en début de tour. Le satellite étant initialement à l'altitude h_1, montrer que dans ces conditions, ses altitudes ultérieures à la fin de chaque tour varient en progression géométrique.
4. En déduire la valeur n du nombre de tours effectués par le satellite quand il atteint l'altitude $h_n = 100km$

Exercice 4

Un satellite est à l'altitude Z=600km au-dessus de la terre. Sa masse est m=5t. Le satellite est situé à la distance $d_L = 3,77.10^5km$ du centre de la lune et à la distance $d_S = 1,49.10^8km$ du centre du soleil.

1. Quelles sont les intensités des forces de gravitation F_T, F_L et F_S exerces respectivement par la terre, la lune et du soleil sur le satellite ? Conclure.
   Données : $M_T = 5,98.10^{24}kg$, $M_L = 7,34.10^{22}kg$; $M_S = 1,98.10^{30}kg$ et on notera la constante universelle de gravitation G.
2. Le satellite s'éloigne de la terre dans la direction de la lune. Jusqu'à quelle distance d mesurée à partir du centre de la terre ? Peut-on négliger au millième près la force de gravitation linéaire ? (La distance centre de la terre-centre de la lune est $D = 3,84.10^5km$).

Exercice 5

On suppose que la terre possède une répartition sphérique de masse.

1. Etablir l'expression du champ de gravitation G de la terre à l'altitude Z en fonction de g, M, R_T et Z.
2. Montrer qu'à l'altitude Z le champ de gravitation G est donnée par la relation : $G = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+Z)^2}$ avec g_0 = champ de gravitation au sol.
3. On place à l'aide d'une fusée un satellite assimilable à un point matériel de masse m sur une orbite circulaire à l'altitude Z.
   (a) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
   (b) Etablir l'expression de la vitesse du satellite en fonction de g_0 du rayon de la terre R_T et de l'altitude Z. Calculer la valeur de la vitesse du satellite pour Z=1000km.*
   (c) Quelle est la période d'un satellite ?
4. Un satellite géostationnaire reste constamment à la verticale d'un même point de la surface de la terre.
   (a) Quelle est la période d'un tel satellite ?
   (b) Exprimer l'altitude du satellite en fonction de la période T, du champ g_0 et du rayon R_T de la terre. Calculer la valeur de l'altitude du satellite.

Exercice 6

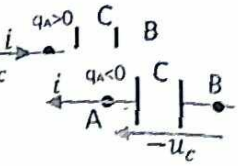
Une fusée de masse $m_0 = 100$tonnes est destinée à placer un satellite en orbite autour de la terre.

1. Calculer l'accélération de la fusée lorsqu'elle quitte le sol, sachant que les moteurs exercent une force verticale de frottement verticale f d'intensité 2.10^8N. On néglige les forces de frottement. Au niveau du sol, $g_0 = 9{,}8\mathrm{m/s^2}$
2. Le satellite de masse m a une orbite circulaire de rayon r dans le plan équatorial terrestre à l'altitude Z=36.000km. On considère que la terre est une sphère de rayon R, pour laquelle la répartition de la masse possède la symétrie sphérique.
   a) Exprimer l'intensité g de champ de pesanteur à l'altitude Z en fonction de g_0, R et r. On donne R=6400km.
   b) En précisant le référentiel choisi, calculer la vitesse du satellite et sa période de révolution.
   c) Déterminer le travail élémentaire dW de la force de gravitation s'exerçant sur le satellite quand il s'éloigne d'une distance dr du centre de la terre (dr est petit pour que la force puisse être considérée comme constante). En déduire l'expression de l'énergie potentielle E_p du satellite placé dans le champ de pesanteur terrestre. On choisira $E_p = 0$ à l'infini.

D'après Bac Série D Tchad 1996

L'intensité i du courant qui traverse un condensateur est donnée par la relation : $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt}$:

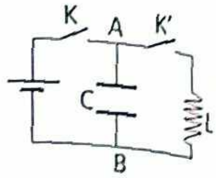
- Pendant la charge : $i = \frac{dq_A}{dt} = C\frac{du_c}{dt} > 0$; $q_A > 0$ et $u_{AB} = u_c$
- Pendant la décharge, $i = -\frac{dq_A}{dt} = -C\frac{du_c}{dt} < 0$; $q_A < 0$ et $u_{AB} = -u_c$



2. Etude du circuit oscillant L.C. libre

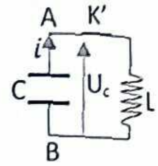
Considérons le circuit ci-contre.

- Fermons l'interrupteur K et maintenons K' ouvert : on établit ainsi un contact entre le condensateur et le générateur. Le condensateur se charge totalement et sa tension est égale à la tension du générateur. $U_m = U_0$ et $Q_m = q_0$.
- Le condensateur étant chargé. A l'instant t = 0s, ouvrons K puis fermons K' : on constitue ainsi le dipôle (L .C). Le condensateur se décharge dans la bobine. La tension u_c à ses bornes et l'intensité i du courant dans le circuit sont des fonctions sinusoïdales.



2 .1. Equation différentielle d'un circuit L.C. libre

a) Equation différentielle de la variation de la tension U_C aux bornes du condensateur.



D'après la loi des mailles : $U_C - U_L = 0$ (1) avec $u_L = L\frac{di}{dt}$ et

$$i = -\frac{dq}{dt} = -\frac{d(C.Uc)}{dt} = -C\frac{dUc}{dt}$$

D'où $u_c = -LC\frac{d^2u_c}{dt^2}$

(1) Devient $u_c + LC\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$ d'où $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_c = 0$ soit $\ddot{u_c} + \frac{1}{LC}u_c = 0$

b) Equation différentielle de charge et de décharge d'un condensateur

D'après la loi des mailles $u_c - u_L = 0$ avec $u_c = \frac{q}{C}$ et $u_L = L\frac{di}{dt}$

Or $i = -\frac{dq}{dt} \rightarrow u_L = -L\frac{d^2q}{dt^2}$

D'où $L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$ ou $\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$.

2.2. Solution de l'équation différentielle

a) Caractéristiques du système oscillant L.C libre.

L'équation différentielle est de la forme $\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0$ ou $\ddot{u_c} + \omega_0^2 u_c = 0$avec $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Le circuit L.C. libre est donc le siège des oscillations libres et non amorties : c'est un oscillateur harmonique de :

- Pulsation propre $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$;
- Période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$;
- Fréquence propre $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

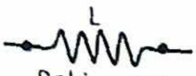
Chapitre 7 : LES OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES : CIRCUIT LC

L'essentiel du cours

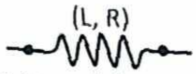
1. Définition

1.1. **Un circuit L.C. libre :** c'est un dipôle électrique constitué d'une bobine et d'un condensateur chargé au préalable par un générateur à courant continu. La bobine et le condensateur, branchés en circuit série constituent un circuit oscillant libre et non amorti.

1.2. **Une bobine :** c'est un dipôle électrique constitué d'un fil conducteur enroulé régulièrement. Elle est caractérisée par une constante appelée inductance ou self, notée L exprimée en Henrys (H). Son symbole est :



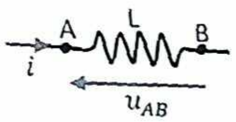
Bobine pure



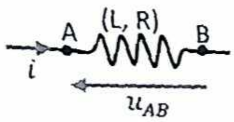
Bobine avec résistance interne

Placée dans un circuit parcouru par un courant d'intensité i variable, la bobine crée un courant opposé au courant qui lui donne naissance de telle sorte que la tension u_{AB} mesurée à ses bornes soit égale à :

- $u_{AB} = \frac{Ldi}{dt}$ si la bobine est pure(R=0) ;



- $u_{AB} = Ri + \frac{Ldi}{dt}$ si la bobine possède une résistance interne R.

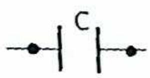


L'énergie emmagasinée dans une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, parcourue par un courant variable i a pour expression : $E_b = \frac{1}{2}Li^2 . \begin{cases} i \ en \ A \\ L \ en \ H \\ E_b \ en \ J \end{cases}$

1.3. Un condensateur

C'est un dipôle électrique constitué par un ensemble de deux conducteurs métalliques appelés armatures, placées parallèlement l'une de l'autre et séparées par une couche isolante appelée diélectrique.

Son symbole est :



Il est caractérisé par une constante appelée capacité, notée C exprimée en Farad(F) et définie par $C = \frac{q}{u_c}$ où q est la charge du condensateur (en Coulombs :C) et u_c la tension aux bornes du condensateur (en Volt :V).

Le rôle d'un condensateur est d'emmagasiner de l'énergie puis de la restituer par la suite. Cette énergie est définie par : $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}Cu_c^2 = \frac{1}{2}qu_c$

b) **Equation horaire de charge et de décharge**

L'équation horaire de charge solution de l'équation différentielle :$\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0$, s'écrit sous la forme :$q = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$, où Q_m(la charge maximale du condensateur) et φ(la phase à l'origine des dates) sont des constantes à déterminer à partir des conditions initiales c.-à-d. à partir des valeurs de q et i à t=os.

L'intensité i du courant de charge est : $i = \frac{dq}{dt} = -\omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi) = I_m \cos\left(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

Pour un courant de décharge :$i = -\frac{dq}{dt} = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi) = I_m\cos\left(\omega_0 t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$

Exemple : A t=0s, $\begin{cases} q = Q_0 \\ i = 0 \end{cases}$. Déterminer les équations explicite q(t) et i(t) pour une décharge.

$q = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$,et $i = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$

A t = 0 s. $\begin{cases} Q_0 = Q_m\cos\varphi \\ 0 = \omega_0 Q_m\sin\varphi \end{cases}$ d'ou $\boldsymbol{\varphi = 0\,rad}$; $\boldsymbol{Q_m = Q_0}$et $\boldsymbol{I_m = \omega_0 Q_0}$. On a alors :$\begin{cases} \mathbf{q(t) = Q_0\cos\omega_0 t} \\ \boldsymbol{i(t) = \omega_0 Q_0 \sin\omega_0 t} \end{cases}$

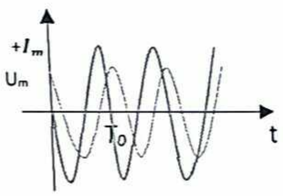
c) **Equation de variation de la tension u_c en fonction du temps**

$q = Cu_c$ *et* $Q_m = CU_0$, *alors:* $\begin{cases} \boldsymbol{u_c(t) = U_0\cos(\omega_0 t + \varphi)} \\ \boldsymbol{i(t) = -C\omega_0 U_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)} \end{cases}$

d) **Représentations graphiques de u_c(t) et $i(t)$: $\varphi\ = 0$**

$$\begin{cases} u_c(t) = U_0\cos\omega_0 t \\ i(t) = -C\omega_0 U_0 \sin\omega_0 t = I_m\cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right); avec\ I_m = C\omega_0 U_0 \end{cases}$$

$\varphi_i = \frac{\pi}{2} rad$ *et* $\varphi_u = 0 rad$. On dit alors que l'intensité i est en quadrature avance sur la tension u_c.



2.3. **Energie électrique du dipôle L.C. libre**

- Aux bornes du condensateur : $E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$,*or* q = $Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$, alors $E_c(t) = \frac{Q_m^2}{2C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$
- Aux bornes de la bobine : $E_b = \frac{1}{2}Li^2$, or $i = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ *avec* $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, on a :$E_b(t) = \frac{Q_m^2}{2C}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$
- **L'énergie totale aux bornes du dipôle L.C. :** $\boldsymbol{E_T} = E_c(t) + E_b(t)$

  $\boldsymbol{E_T} = E_c(t) = \frac{Q_m^2}{2C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{Q_m^2}{2C}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

  $\boldsymbol{E_T = \frac{Q_m^2}{2C}}$ *avec* $I_m = \omega_0 Q_m$, $Q_m = \frac{I_m}{\omega_0}$ *alors* $Q_m^2 = LCI_m^2$; *on a aussi:* $\boldsymbol{E_T = \frac{LI_m^2}{2}}$.

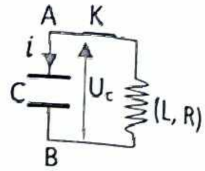
3. Circuit RLC libre et amorti

a. Définition

Un circuit RLC libre est un dipôle comportant une bobine d'inductance L et de résistance interne R et un condensateur de capacité C.

b. Equation différentielle

D' après la loi des mailles : $u_c + u_L = 0$ or $u_c = \frac{q}{C}$ et $u_L = L\frac{di}{dt} + Ri$

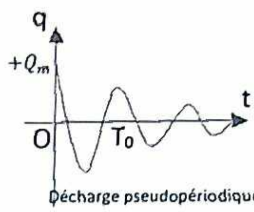


$$alors\ L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = 0. Or\ i = \frac{dq}{dt}, \quad \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$$

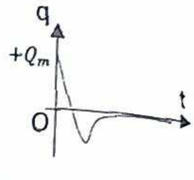
$$D'où\ L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0\ ou\ \ddot{q} + \frac{R}{L}\dot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$$

Cette équation différentielle montre que le circuit RLC libre n'est pas le siège des oscillations sinusoïdales non amorties à cause de la résistance R dans le circuit. Car c'est dans la résistance que se passe la perte d'énergie par effet Joule sous forme de chaleur en diminuant les amplitudes des oscillations :

- Si R =0, la décharge est périodique : ce phénomène correspond au circuit L.C libre ;
- Si R est faible, la décharge est pseudopériodique ;
- Si R est très grande, la décharge est apériodique ou critique.



Décharge pseudopériodique



Décharge apériodique

Énergie électromagnétique échangée dans un circuit LC.

Pour les oscillateurs non amortis, l'énergie électromagnétique est constante et égale à

$$\boxed{E_{em} = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2}$$

$E_C = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C}$: énergie électrique fournie par le condensateur.

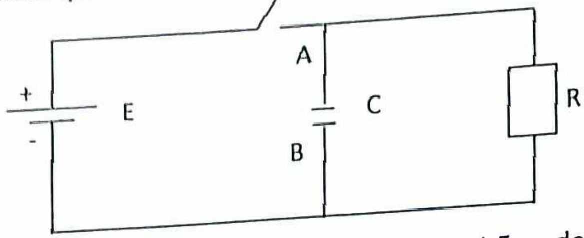
$E_m = \frac{1}{2}Li^2$: énergie électrique fournie par la bobine

(a) Établir l'équation différentielle qui régit la charge q_A de l'armature A du condensateur en fonction du temps.

(b) Montrer que cette équation différentielle admet une solution de la forme $Q_A = ke^{-\lambda t}$ et exprimer littéralement les constantes k et λ en fonction de Q, R et C. On prendra comme conditions initiales $t = 0$, $Q_A = Q$.

(c) Donner l'expression de la tension U_{AB} aux bornes du condensateur en fonction du temps.

3. Déterminer la valeur qu'il faut donner à R pour que $U_{AB} = 1V$ à $t = 1min$.

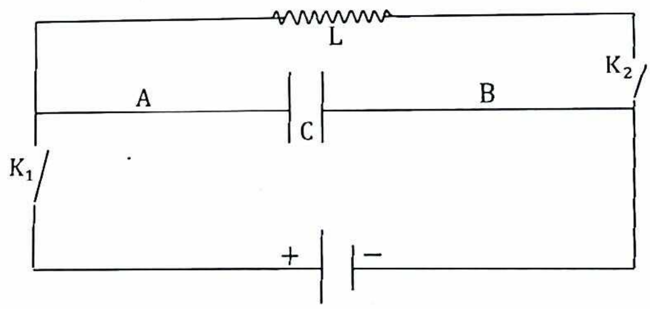


Exercice 4

1. Une bobine assimilable à un solénoïde de longueur $l = 1{,}5m$, de rayon $r = 10cm$ et d'inductance $L = 0{,}1H$ et de résistance $r = 5\Omega$ traversé par un courant d'intensité $i = 300mA$.
   (a) Calculer le flux d'auto-inductance à travers la bobine.
   (b) Donner les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ créé à l'intérieur du solénoïde.
   (c) Le courant est continu, d'intensité constant I. Calculer la tension aux bornes de cette bobine.
   (d) L'intensité du courant varie maintenant au cours du temps. A l'instant t_1 : $i = 300mA$ et $\frac{di}{dt} = 2A/s$. Calculer la tension aux bornes de la bobine à l'instant t_1.
   (e) Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine à l'instant t_1.
2. On relie les bornes de la bobine précédente, de résistance négligeable et d'inductance $L = 0{,}1H$ à un condensateur de capacité $C = 10\mu F$. A l'instant $t = 0s$, l'intensité est nulle et la tension aux bornes est $U = 10V$.
   (a) Quel phénomène physique se produit-il dans le circuit ? Calculer la charge initiale Q_0 du condensateur.
   (b) Etablir la relation différentielle liant $\frac{d^2u}{dt^2}$, u, L et C. En déduire la pulsation propre ω_0 des oscillations électriques. Exprimer en fonction du temps t, les variations de la tension $u(t)$ et de l'intensité $i(t)$ du courant.
   (c) Ecrire l'énergie électromagnétique totale du courant puis retrouver l'équation différentielle précédente.

Exercice 5

Un condensateur de capacité $C = 12{,}5\mu F$ est chargé grâce à une batterie de f.é.m. 12V et de résistance négligeable (l'interrupteur K_1 étant ; étant fermé et l'interrupteur K_2 ouvert).



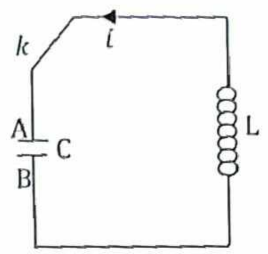
1. Calculer la charge maximale prise par le condensateur et préciser sur la figure l'armature qui s'est chargée positivement.
2. Ce condensateur peut ensuite se décharger dans une bobine d'inductance $L = 0{,}8H$. Supposée d'abord de résistance nulle. Pour cela on ouvre K_1 et à la date t=0, on ferme K_2
3. Quelles est à la date $t = 0$, la valeur U_0 de l tension U_{AB} aux bornes du condensateur et intensité i_0 du courant dans le circuit LC ?
   (a) Donner l'expression de l'énergie électromagnétique du dipôle (L, C).

Exercices

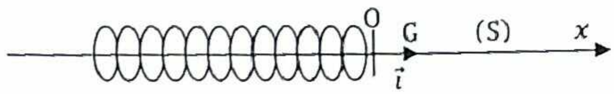
Exercice 1

On se propose d'étudier les analogies entre un oscillateur électrique et un oscillateur mécanique. On considère les deux dispositifs suivants :

D'une part un circuit électrique comprenant, une bobine d'inductance L de résistance nulle, un condensateur de capacité C et un interrupteur k.



D'autre part un pendule élastique horizontal comprenant : un solide de masse m glissant sans frottement le long d'un axe horizontal $0x$; un ressort à spires non jointives de constante de raideur k dont l'une des extrémités est attaché au solide de masse m et dont l'autre extrémité est fixée rigidement à un support fixe.



Les conditions initiales sont les suivantes :

- ✓ La charge portée par l'armature A du condensateur est $q_A(0) = q_B(0) = Q_0$ positive. L'interrupteur est ouvert et on le ferme à $t = 0s$. L'intensité du courant à cet instant est $i_0 = 0$.
- ✓ Le mobile est initialement au repos et dans une position d'élongation maximale x_0 positive. On le lâche à $t = 0s$ avec une vitesse initiale $v_0 = 0$.

1. Etablir l'équation différentielle régissant le comportement temporel de la charge $q(t)$ du condensateur. En utilisant les conditions initiales, en déduire l'expression de $q(t)$.
2. Etablir l'équation différentielle régissant le comportement temporel de l'élongation $x(t)$ du ressort. En utilisant les conditions initiales, en déduire l'expression de $x(t)$.
3. Donner l'expression de la période T_0 de ces deux oscillateurs.
4. On étudie dans un premier temps l'énergie du dipôle LC :
   (a) On appelle $E_C(t)$ l'énergie stockée dans le condensateur. Donner l'expression de $E_C(t)$.
   (b) On appelle $E_L(t)$ l'énergie stockée dans la bobine. Donner l'expression de $E_L(t)$.
   (c) Que peut-on dire de la somme $E_C(t) + E_L(t)$?
5. On étudie à présent l'énergie du pendule mécanique :

Exercice 2

Un condensateur de capacité $C = 100\mu F$, préalablement chargé sous une tension $u_0 = 12V$, est branché à l'instant $t = 0$, aux bornes d'une bobine d'inductance $L = 10mH$ et de résistance négligeable.

1. Flécher les tensions aux bornes de deux dipôles.
2. (a) Exprimer en fonction de la charge q, les tensions aux bornes du condensateur et de la bobine.
   (b) Etablir l'équation différentielle régissant de la charge q au cours du temps.
3. Donner l'expression générale des solutions de l'équation différentielle décrivant l'évolution de la charge q au cours du temps. Expliquer les différents termes de cette équation et préciser les unités S.I.
4. Exprimer l'équation particulière donnant l'expression en fonction du temps :
   (a) De la tension aux bornes du condensateur ;
   (b) De l'intensité du courant.

Exercice 3

Le circuit représenté ci-dessous comprend un générateur de f.é.m. E et de résistance interne négligeable, un interrupteur, un condensateur C d'armatures A et B et une résistance R. On donne $E = 15V$, $C = 47\mu F$.

1. L'interrupteur étant fermé, déterminer
   (a) La tension U_{AB} présente aux bornes du condensateur.
   (b) La charge Q_A du condensateur et l'énergie emmagasinée par le condensateur.
2. A l'instant $t = 0$, on ouvre l'interrupteur, le condensateur se décharge alors dans la résistance R.

(b) A l'instant t, la tension aux bornes du condensateur vaut $U_{AB} = U_C$. Comment varie U_C en fonction du temps ? Calculer la pulsation ω_0 et la fréquence propre du circuit LC et donner l'expression de U_C en fonction de t, de ω_0 et de U_0.

(c) On visualise ensuite U_C sur l'écran d'un oscillographe dont le balayage horizontal du spot correspond à 5.10^{-3}s par cm et dont la sensibilité verticale est 6V par cm. Représenter la courbe $U_C = f(t)$ que l'on observera sur l'écran de largeur 8cm. La bobine en réalité a une résistance ? Dessiner une des allures de courbes possibles que l'on pourra observer sur l'écran. Quel est le rôle de R ?

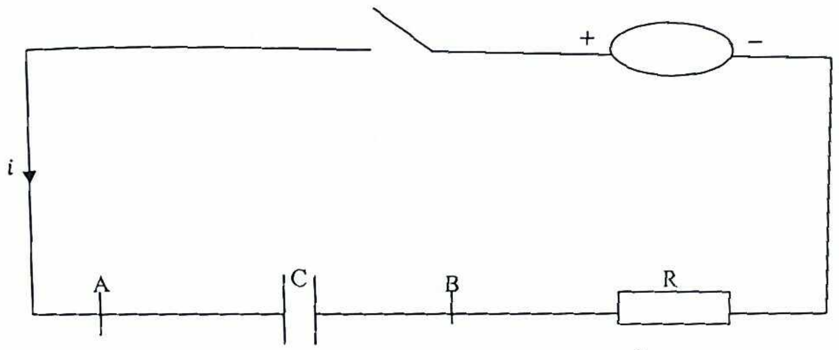
Exercice 6

Soit un circuit (L, C) non résistant représenté ci-dessous. Les conventions relatives à la tension U aux bornes de la bobine et l'intensité i du courant sont également mêmes.

1. Exprimer de façon littérale, l'énergie électrostatique E_e en fonction de C et de U et l'énergie magnétique E_m en fonction de L et de i. Que peut-on dire de la somme E_e+E_m ? Justifier votre réponse. Noter (1) l'équation ainsi obtenue.
2. En dérivant les deux membres de l'équation (1) par rapport au temps, établir, compte tenu de la relation entre i et $\frac{dq}{dt}$, l'équation différentielle (2) : $\frac{d^2U}{dt^2} + \frac{1}{LC}U = 0$
3. Trouver la solution U(t) de cette équation differentielle sachant que, à la date t=0, l'intensité i est positive et a pour valeur $i(0) = 100mA$ et que l'énergie électrostatique E_e emmagasinée dans le condensateur est nulle. <u>**Données**</u> : $C = 60nF$; $L = 60mH$
4. Calcul la valeur de la fréquence propre N_0 du circuit.

Exercice 7

On réalise la charge d'un condensateur de capacité $C = 10\ \mu F$ selon le montage représenté à la figure suivante :



1. La résistance R du conducteur ohmique est égale à $1{,}0.10^3 \Omega$. Le générateur de tension stabilisée maintient aux bornes du dipôle « RC » une tension $U = 12V$. À l'instant origine, le condensateur est complètement déchargé et on ferme l'interrupteur.
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $q_A(t)$
3. Cette équation différentielle admet une solution de la forme : $q_A = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$
   (a) Donner les expressions respectives des constantes A et puis donner leurs valeurs numériques.
   (b) Déterminer en fonction de la constante de temps, la date pour laquelle $q_A = \frac{Q_M}{2}$, où Q_M désigne la charge du condensateur lorsque la tension à ses bornes est égale à U.
   (c) Déterminer la charge $q_A(\tau)$ du condensateur à la date $t = \tau$.

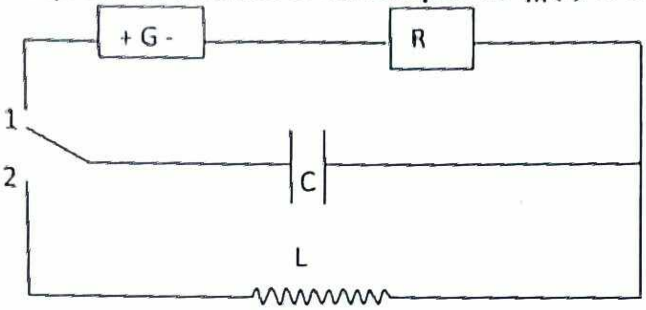
Exercice 8

Un générateur du courant G délivre un courant d'intensité I_0 tant que la tension à ses bornes est inferieure à une valeur limite U_0. On réalise le circuit représenté sur la figure ci-dessous comprennent le générateur G, un conducteur ohmique de résistance R, un condensateur de capacité C, une bobine L de résistance négligeable et un interrupteur à deux positions.

Données : $I_0 = 0{,}30mA$; $C = 25\mu F$; $L = 16mH$; $R = 10^3\Omega$

1. A l'instant choisi comme origine des temps, on met l'interrupteur en position 1 pendant un temps $t_1 = 2{,}5s$
   (a) Pout $t < t_1$; donner l'expression de la charge $q_A(t)$ de l'armature A du condensateur.
   (b) Pour $t = t_1$; calculer la charge du condensateur ; la tension a ses bornes ; l'énergie du condensateur.

2. L'interrupteur est en position 2. l'origine des temps est à l'instant ou on met l'interrupteur en position 2.
   (a) Ecrire l'équation différentielle vérifiée par la charge $q_A(t)$. Calculer la période propre T_0 des oscillations.
   (b) Donner les expressions littérales et numériques de $q_A(t)$ et de $i(t)$.

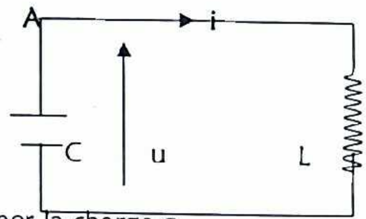


Exercice 9

On dispose d'un condensateur de capacité $C = 4\mu F$ que l'on charge sous une différence de potentiel $U_0 = 100V$; ce condensateur chargé est ensuite branché aux bornes d'une bobine d'induction de résistance négligeable et d'inductance $L = 40mH$. On constate alors que le circuit formé par le condensateur et la bobine est le siège d'un courant d'intensité variable $i(t)$. On rappelle que si $u(t)$ est la tension instantanée du condensateur, la charge instantanée du condensateur est de la forme $q(t) = C\,u(t)$ et son énergie a comme expression $E = \frac{1}{2}C\,u(t)^2$

1. Donner les valeurs de la charge q_0 et de l'énergie E_0 du condensateur avant son branchement aux bornes de la bobine.
2. En exprimant d'une part la valeur instantanée de la tension aux bornes du condensateur, d'autre part celle de la tension aux bornes de la bobine, établir l'équation différentielle concernant la charge $q(t)$ du condensateur après branchement.
3. Montrer qu'on peut écrire $q(t)$ sous la forme $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ dans laquelle on exprimera ses valeurs de Q_m, ω_0 et φ (à l'instant du branchement, pris comme initial, il n y a pas encore de courant).
4. Sachant qu'à tout instant l'énergie électromagnétique dans la bobine est $E' = \frac{1}{2}L\,i(t)^2$
   Donner les expressions instantanées de l'énergie E du condensateur et E' de la bobine.
5. En déduire la relation simple qui lie E, E' et E_0. Quelle conclusion physique peut-on tirer de cette relation ?

Exercice 10



Le circuit (L, C) est caractérisé par : L=0,2H et $\omega_0 = 500rad/s$

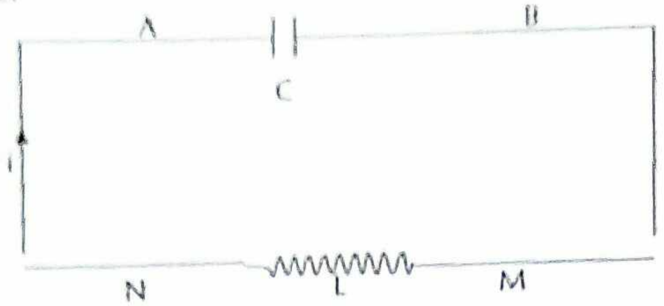
1. Quelle est la valeur de la capacité C ?
2. A l'instant $t = 0$, la charge q portée par l'armature A vaut $q_0 = 4.10^{-3}C$ et q
   l'intensité i est nulle.
   (a) Etablir l'équation différentielle qui permet de déterminer la charge q du condensateur en fonction de temps.
   (b) En déduire les expressions de la charge q(t) portée par l'armature (A).
   L'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit et de la tension $u(t)$ aux bornes de la bobine.
3. Calculer la date t_1 ou pour la première, la charge $q = +Q_{max}$.
4. Calculer l'énergie électrostatique E_C et énergie magnétique E_m. En déduire E à l'instant t_1.

Exercice 11

On considère le circuit électrique fermé comprenant un condensateur AB de capacité C et une bobine d'inductance $L = 40mH$ et de résistance négligeable. La tension aux bornes du condensateur a pour expression $U_{AB} = 2\cos(5000t)$ (U_{AB} en V et t en s).

1. Donner l'amplitude de la tension bornes du condensateur et la pulsation propre.
2. Calculer la capacité C du condensateur.
3. Etablir successivement les expressions de la charge q(t) portée par l'armature A du condensateur et de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.
4. Démontrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit est constante.

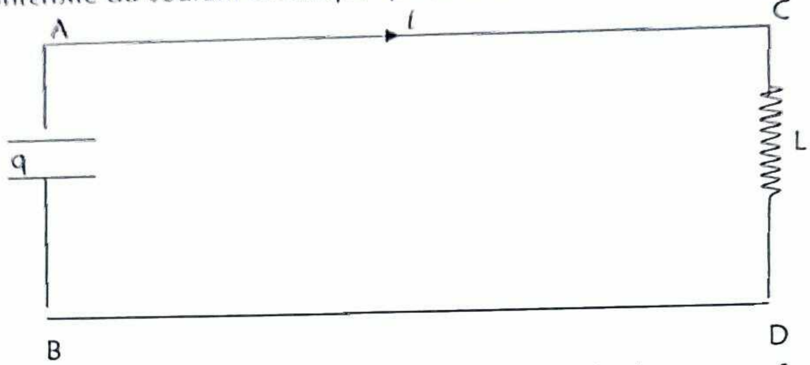
2. La capacité du condensateur vaut $4\mu F$. Exprimer en fonction du temps la charge portée par l'armature A du condensateur et d'intensité du courant.
3. Quelle est la valeur de l'inductance de la bobine ?
4. Lorsque $i = 36mA$, déterminer la valeur des énergies emmagasinées dans le condensateur et dans la bobine.



Exercice 16

Un circuit oscillant LC de résistance négligeable, possède une auto-induction (ou inductance) $L = 12{,}7mH$ et une capacité $C = 2{,}4\mu F$. On désigne par :

- q la charge prise par le plateau (A) du condensateur à l'instant t :
- i l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit à l'instant t.



1. Quelle est l'équation différentielle qui régit l'évolution de la charge q en fonction du temps ?
2. (a) Vérifier qu'à chaque instant la charge q est une fonction sinusoïdale de la forme : $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$
   (b) Calculer la fréquence propre f_0 du circuit oscillant.
3. (a) En supposant qu'à l'instant t=0, la charge du condensateur était $Q_m = 3{,}7\mu C$. Exprimer $q = f(t)$ et $i = g(t)$
   (b) Que dire de ces deux fonctions ?
   (c) Quelle est l'intensité maximale I_m qui circule dans le circuit LC ?

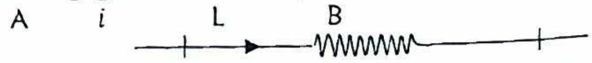
Exercice 17

La différence de potentiel aux bornes d'un condensateur (A, B) de capacité $C = 0{,}1\mu F$ est $U_{AB} = 120V$. A la date t=0, ce condensateur est branché aux bornes (M, N) d'une bobine de résistance négligeable et d'inductance L=1H, l'intensité du courant est nulle à cette date.

4. Calculer la pulsation, période et fréquence propre de ce circuit oscillant.
5. Donner les variations, dans le temps, de la charge du condensateur et de l'intensité du courant.
6. Calculer la charge prise par le condensateur aux dates $t_1 = 0{,}5ms$; $t_2 = 1ms$; $t_3 = 1{,}5ms$; ainsi que les valeurs correspondantes du courant.

Exercice 18

On place une bobine d'inductance L et de résistance négligeable entre les points A et B d'un circuit électrique parcouru par un courant d'intensité i.



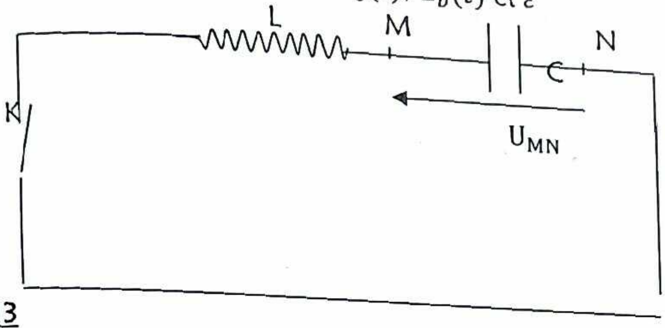
1. Cette bobine emmagasine une énergie $E = 3.10^{-3}J$. Lorsqu'elle est parcourue par un courant d'intensité $I = 0{,}1A$.
   (a) Calculer l'inductance de la bobine.
   (b) Un condensateur de capacité C soumis à une tension $U = 10V$ peut stocker la même énergie.

Calculer sa valeur numérique. En déduire la valeur de la tension U_{AB} au moment ou l'intensité du courant vaut $i = 8mA$.

5. Que devient ces oscillants, si la résistance de la bobine n'est pas négligeable.

Exercice 12

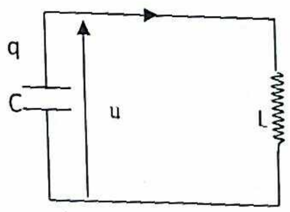
1. Un conducteur de capacité $C = 2{,}5\mu F$ est chargé sous une tension constante U=20V. Calculer sa charge q_0, ainsi que l'énergie emmagasinée ε.
2. Les armatures de ce condensateur charge sont reliées à une bobine d'inductance $L = 25mH$ dont on néglige la résistance. A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur k. le courant $i(t)$ circule de M vers N et est compte positivement dans ce sens. On note $q(t)$ la charge de l'armature reliée au point M. A l'instant $t = 0s$, cette armature est chargée positivement.
   (a) Etablir l'équation différentielle de ce circuit. Calculer la pulsation propre ω_0 des oscillations.
   (b) Exprimer $q(t)$ et $i(t)$ en fonction du temps. Calculer les valeurs numériques des coefficients.
   (c) Exprimer en fonction du temps les énergies $E_c(t)$ et $E_b(t)$ stockées respectivement dans le condensateur et dans la bobine. Calculer les valeurs numériques des coefficients.
   (d) Etablir une relation entre $E_c(t)$, $E_b(t)$ et ε



Exercice 13

La tension u entre les armatures d'un condensateur évolue au cours du temps selon la loi : $u(t) = 200\cos(1000t)$, l'intensité a pour valeur : $i(t) = \sin(1000t)$. Les unités sont celle du système international

1. Quelle relation existe-t-il entre i, la capacité C et $\frac{du}{dt}$?
2. En déduire la valeur numérique de la capacité C et de l'inductance L.
3. Calculer la période et la fréquence propres du circuit (L, C) étudié
4. Donner l'expression de la tension u_L aux bornes de la bobine en fonction du temps.
5. Déterminer les énergies E_C du condensateur, E_m de la bobine et E du circuit à l' instant où l'intensité i du courant dans le circuit est égale à $\frac{I_m}{4}$



Exercice 14

La différence de potentiel aux bornes d'un condensateur (A, B) de capacité $C = 0{,}1\mu F$ est $U_{AB} = 120V$. A la date t=0, ce condensateur est branché aux bornes (M, N) d'une bobine de résistance négligeable et d'inductance L=1H, l'intensité du courant est nulle à cette date.

1. Calculer la pulsation, période et fréquence propre de ce circuit oscillant.
2. Donner les variations, dans le temps, de la charge du condensateur et de l'intensité du courant.
3. Calculer la charge prise par le condensateur aux dates $t_1 = 0{,}5ms$; $t_2 = 1ms$; $t_3 = 1{,}5ms$; ainsi que les valeurs correspondantes du courant.

Exercice 15

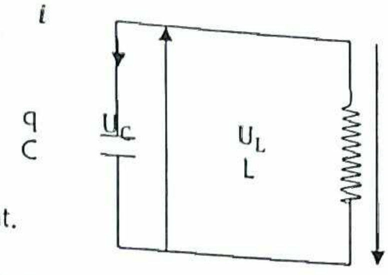
Un circuit est constitué d'une bobine (M, N) d'inductance L, de résistance négligeable et d'un condensateur (A, B) de capacité C. le condensateur est initialement chargé sous une tension de 20V. Il se décharge ensuite dans la bobine. Un oscillographe permet de mesurer la fréquence des oscillations $N_0 = 160Hz$

1. Donner l'expression de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On prendra $U_{AB} = 20V$ à t=0

(i) Calculer la capacité C de ce condensateur

(ii) Calculer sa charge maximale Q_m

2. Le condensateur chargé est relié à la bobine selon le schéma ci-dessous :



(a) Donner les expressions de la tension :
- U_C aux bornes du condensateur ;
- U_L aux bornes de la bobine

(b) Déterminer l'équation différentielle du circuit oscillant.

(c) En déduire la pulsation propre ω_0

(d) Déterminer l'expression de la charge en fonction du temps, sachant qu'à la date $t = 0$, la charge du condensateur est maximale

Exercice 19

1. On considère un générateur qui débite un courant d'intensité indépendante du temps, $I = 150\mu A$. On charge avec ce générateur un condensateur de capacité $C = 18\mu F$ initialement déchargé. Calculer 8 secondes après le début de la charge :
   (a) Les charges Q_A et Q_B entre les armatures ;
   (b) La différence de potentiel $|V_A - V_B|$ entre les armatures ;
   (c) L'énergie Waccumulée. On précisera sur un schéma la charge de chaque armature en les justifiants (Voir figure.1)
2. Le condensateur est alors isolé du générateur puis branché sur une bobine d'inductance $L = 0{,}5H$ et de résistance négligeable (fig.2). On appel q(t) la charge portée par le plateau A à l'instant t
   (a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) lorsque l'interrupteur S est fermé.
   (b) En déduire l'expression générale de la tension $U_{AB} = f(t)$. (On prendra comme origine des dates l'instant de la fermeture de S)
   (c) Calculer la période T_0 des oscillations électriques
   (d) A $t_1 = 1{,}5ms$, calculer la tension U_{AB}, l'intensité i du courant et déterminer le sens du courant

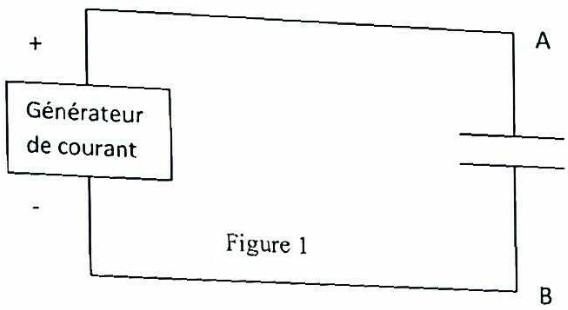


Figure 1

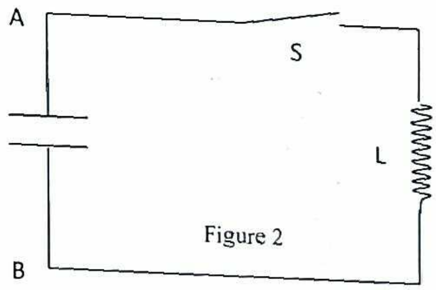
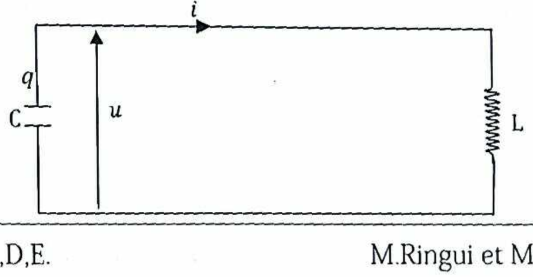


Figure 2

Exercice 20

On réalise un circuit un circuit oscillant en associant comme indique la figure, un condensateur de capacité C et une bobine d'une d'inductance $L = 40mH$ et de résistance négligeable. Le circuit est le siège d'oscillation électrique de fréquence $f_0 = 800Hz$.

1. Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit et la valeur de la capacité C du condensateur.
2. Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité à l'instant $t = 0s$ est maximale et a pour valeur $I_m = 2A$. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ en fonction de temps.
3. Exprimer la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de temps. A quelles dates la charge q est –elle pour la première fois :
   - Positive et maximale ?
   - Négative et minimale ?
4. Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle (s) forme(s) existe-t-elle ?
5. Calculer l'énergie électrostatique Ee et l'énergie magnétique Em aux instants $t' = 6{,}25.10^{-4}s$ et $t'' = 2.10^{-4}s$.



Exercice 21

On considère le circuit dont le schéma apparait sur la figure.

Un générateur de $f.é.m$ E et de résistance interne R alimente un circuit composant un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. (fig. 1)

1. L'interrupteur K est fermé, on suppose qu'il n'y a pas d'oscillations, les courants et tensions sont en continus ;
   (a) Montrer que la tension U_L aux bornes des bobines est nulle.
   (b) Calculer les intensités des courants dans la bobine et dans le condensateur.
   (c) Calculer l'énergie magnétique E_m de la bobine et énergie électrique E_C du condensateur.
   Données : E=10V ; L=100mH ; R = 4Ω et C = 2μF
2. On ouvre l'interrupteur à la date t=0s. Le circuit oscillant LC est alors coupé du générateur. (Fig. 2)
   (a) Etablir l'équation différentielle qui permet de déterminer la charge q_A du condensateur en fonction du temps.
   (b) En déduire les expressions de l'intensité $i(t)$ du courant du circuit et de la tension $u(t)$ aux bornes de la bobine.
3. Déterminer numériquement lorsque $i = 12mA$, la valeur des énergies emmagasinées dans le condensateur et dans la bobine. **NB** : Utiliser les mêmes valeurs numériques qu'en 1°).

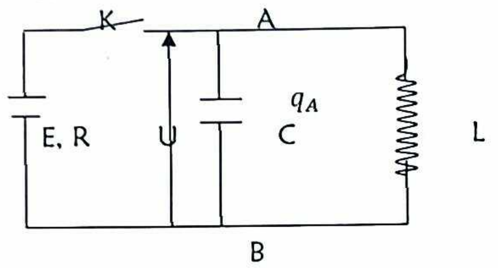


Figure 1

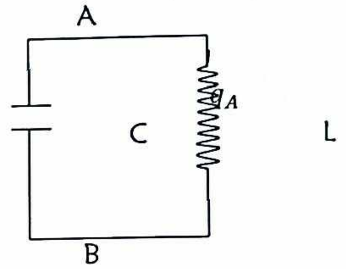
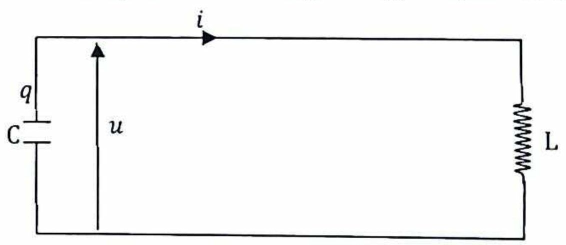


Figure 2

Exercice 22

On réalise un circuit un circuit oscillant en associant comme indique la figure, un condensateur de capacité C et une bobine d'une d'inductance L = 40mH et de résistance négligeable. Le circuit est le siège d'oscillation électrique de fréquence f_0 = 800Hz.

6. Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit et la valeur de la capacité C du condensateur.
7. Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité à l'instant $t = 0s$ est maximale et a pour valeur I_m = 2A. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ en fonction de temps.
8. Exprimer la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de temps. A quelles dates la charge q est –elle pour la première fois :
   - Positive et maximale ?
   - Négative et minimale ?
9. Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle (s) forme(s) existe-t-elle ?
10. Calculer l'énergie électrostatique Ee et l'énergie magnétique Em aux instants $t' = 6{,}25.10^{-4}$s et $t'' = 2.10^{-4}$s.



Exercice 23

Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_0. A un instant pris comme origine des dates, on ferme l'interrupteur k et on suit l'évolution de la charge $q(t)$ partée par l'armature A du condensateur. La résistance interne de la bobine est négligée.

1. Exprimer les tensions $u_C(t)$ et $u_L(t)$ en fonction de $q(t)$, L et C. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $q(t)$

$) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ est une solution de l'équation différentielle, en

respondent ces deux grandeurs ?

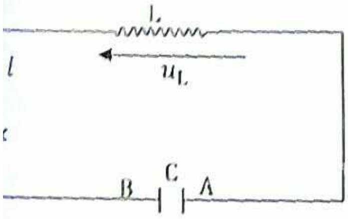
$10V$; $C = 2{,}0\mu F$ et $L = 20mH$

nsité du courant pour $t = 0$?

de l'intensité du courant pour $t \geq 0$. Exprimer puis calculer la

$_{max}$

mplitude de l'intensité si la résistance interne de la bobine n'était



Chapitre 8 : CIRCUIT OSCILLANT FORCE : CIRCUIT RLC FORCE

L'essentiel du cours

I- Généralités

I.1. Oscillateur électrique forcé

Un oscillateur électrique en régime sinusoïdal forcé est un circuit électrique oscillant dont un générateur de basse fréquence (G.B.F) lui impose une tension alternative sinusoïdale u de fréquence $f \neq f_0$ délivrant un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i. Le générateur joue le rôle d'un excitateur et l'oscillateur(le circuit électrique), celui du résonateur.

I.2. Les grandeurs alternatives sinusoïdales et les grandeurs efficaces

a) **Intensité du courant alternatif sinusoïdal**

- L'intensité du courant alternatif sinusoïdal est une fonction du temps qui s'écrit sous la forme : $i = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$

I_m : L'amplitude ou l'intensité maximale du courant, son unité dans S.I est ampère (A)

ω : la pulsation du courant ($\omega \neq \omega_0$); $\omega = 2\pi /T = 2\pi N$. Son unité est rad/s.

$(\omega t+\varphi_i)$: la phase du courant à l'instant t . Son unité est rad

φ_i : La phase à l'origine des temps (t=0) et on la détermine à partir des conditions initiales

Exemple :
à l'origine des dates t=0, l'intensité du courant est maximale $i(t = 0) = Im$, c'est à dire que $\cos\varphi_i = 1 \Rightarrow \varphi_i = 0$. Donc $I(t) = Im\cos(\omega t)$

- **Intensité efficace du courant :**

On appelle intensité efficace d'un courant et on note I ou I_{eff} sa valeur mesurée par un ampèremètre utilisé en courant alternatif sinusoïdal .On l'exprime par la relation suivante : $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.

b) **La tension alternative sinusoïdale**

- La tension alternative sinusoïdale est une fonction du temps , qui s'écrit sous la forme suivante :

$$u = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$$

Um : l'amplitude de u(t) ou la tension maximale de u(t) son unité dans SI est le volt (V)

ω : la pulsation de $u(t)$, son unité est rad/s , $\omega = 2\pi/ T = 2\pi N$

$(\omega t+\varphi_u)$: la phase de $u(t)$ à l'instant t, son unité est rad

φ_u : La phase à l'origine des temps (t=0) et on la détermine à partir des conditions initiales

Exemple : à l'origine des dates t=0 ; on a : $u(0) = Um$ i.e $Um = Um\cos\varphi_u$,c'est à dire que $\cos\varphi_u = 1$ et $\varphi_u = 0$. Donc $u(t) = Um\cos(\omega t)$

- **La tension efficace U :**

On appelle tension efficace et on note U ou U_{eff} sa valeur mesurée par un voltmètre utilisé en courant alternatif sinusoïdal. On l'exprime par la relation suivante : $U = \frac{Um}{\sqrt{2}}$.

I.3. Notion de la phase et de déphasage

On considère deux grandeurs alternatives sinusoïdales :
$u(t) = Um\cos(\omega t+\varphi_u)$ et $i(t) = Im\cos(\omega t+\varphi_i)$ .On appelle la phase de $u(t)$ par rapport à $i(t)$: $\varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i$ et la phase de $i(t)$ par rapport à $u(t)$: $\varphi_{i/u} = \varphi_i - \varphi_u$

$\varphi_{u/i}$ et $\varphi_{i/u}$ mesurent l'avance et le retard de chaque fonction *i* ou *u* par rapport à l'autre.

Si $\varphi_{u/i} > 0$: on dit que *u(t)* est en avance sur i(t) et si $\varphi_{u/i} < 0$: *u(t)* est en retard sur *i(t)* ;

Si $\varphi_{u/i} = \pi/2 + 2k\pi$: on dit que *u(t)* et *i(t)* sont en quadrature de phase ;

Si $\varphi_{u/i} = \pi + 2k\pi$: on dit que *u(t)* et *i(t)* sont en en opposition phase ;

Si $\varphi_{u/i} = 0 + 2k\pi$: *u(t)* et *i(t)* sont en phase.

Généralement pour simplifier l'étude :

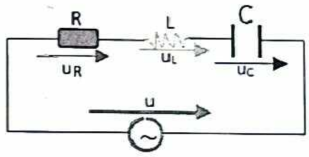
- si on prend la fonction *i* comme référence $\varphi_i = 0$, *i.e* $\varphi_{u/i} = \varphi_u$ et la relation sera $i(t) = I_m\cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi_{u/i})$;
- si *u* est pris comme référence, $\varphi_u = 0$ *i.e* $\varphi_{u/i} = \varphi_i$ et on a : $u(t) = U_m\cos\omega t$ et $i(t) = I_m\cos(\omega t + \varphi_i)$. *Par conséquent,* on note : $\varphi = \varphi_{u/i}$ ou $\varphi = \varphi_{i/u}$ et on appelle déphasage la différence de phases entre les deux fonctions *i* et *u*.

II- Etude du circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé

2.1. Equation différentielle du circuit R.L.C forcé.

Considérons un circuit comportant en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L, un conducteur ohmique de résistance R et un générateur G.B.F de tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$ délivrant un courant d'intensité $i(t) = I_m\cos(\omega t)$.

En utilisant la loi des mailles aux tensions : $u = u_R + u_L + u_C$.



$\Rightarrow u = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i\,dt$: appelée équation différentielle du dipôle R.L.C. forcé.

- Aux bornes du conducteur ohmique :
  $u_R = Ri = RI_m\cos(\omega t)$, vec une tension efficace $U_R = RI$ et $\varphi_R = 0$
- Aux bornes de la bobine
  $u_L = L\frac{di}{dt}$ or $\frac{di}{dt} = -\omega I_m \sin\omega t$
  $\Rightarrow u_L = L\omega I_m \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ avec une tension efficace $U_L = L\omega I$ et $\varphi_L = \frac{\pi}{2} rad$
- Aux bornes du condensateur : $u_C = \frac{q}{C}$ or $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int i\,dt = \frac{I_m}{\omega}\sin\omega t$, d'où : $u_C = \frac{I_m}{C\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, avec la tension efficace $U_C \frac{I}{C\omega}$ et $\varphi_C = -\frac{\pi}{2} rad$
- Aux bornes du générateur : $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$ où la tension efficace est U et la phase φ.
  L'équation différentielle peut encore s'écrire :
  $U_m\cos(\omega t + \varphi) = RI_m\cos(\omega t) + L\omega I_m\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I_m}{C\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.

2.2. Résolution de l'équation différentielle

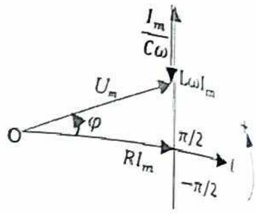
Résoudre l'équation différentielle d'un dipôle électrique c'est représenter le diagramme de Fresnel correspondant à ce dipôle. Ainsi, il faut associer à la tension maximale de chaque composante du dipôle électrique, un vecteur tournant de Fresnel :

- Au conducteur ohmique, on associe le vecteur : $\overrightarrow{V_R}\ (RI_m\ ;\ \varphi_R = 0)$;
- A la bobine, on associe : $\overrightarrow{V_L}(L\omega I_m;\ \varphi_L = \frac{\pi}{2} rad)$;
- Au condensateur, on associe : $\overrightarrow{V_C}(\frac{I_m}{C\omega};\ \varphi_C = -\frac{\pi}{2} rad)$;
- Au GBF, on associe : $\vec{V}\ (U_m; \varphi)$.

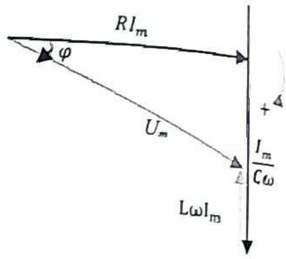
De l'équation différentielle, on obtient : $\vec{V} = \vec{V_R} + \vec{V_L} + \vec{V_C}$. On distingue pour ce dipôle trois diagrammes de Fresnel :

✓ Cas où la réactance $L\omega - \frac{1}{C\omega} > 0$ *ie* $L\omega > \frac{1}{C\omega}$: le circuit est inductif. Le déphasage φ est tel que : $tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} > 0$

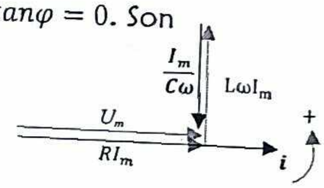
Le diagramme de Fresnel correspondant est :



✓ Cas où $L\omega - \frac{1}{C\omega} < 0$ *ie* $L\omega < \frac{1}{C\omega}$: le circuit est capacitif ; $tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} < 0$. La construction de Fresnl équivalente est :



✓ Cas où $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$ ie $L\omega = \frac{1}{C\omega}$: le circuit est résistif ; $tan\varphi = 0$. Son digramme de FRESNEL est :



2.3. Impédance du dipôle RLC

a) Définition

Lorsqu'on varie la fréquence du GBF, les valeurs efficaces de i et u varient de telle sorte que le rapport : $\frac{U}{I} = Z$, reste constante. Z est appelé impédance du circuit RLC : $Z = \frac{U}{I} = \frac{U_m}{I_m}$. L'impédance Z s'exprime en Ohm(Ω).

b) Expression de l'impédance en fonction des caractéristiques du dipôle.

- Pour un dipôle RLC dont la bobine comporte une résistance interne r : $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$;
- Pour un dipôle RLC ayant une bobine pure : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$;
- Pour un dipôle RL : $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$ (bobine à résistance r) et $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$ (bobine pure) ;
- Pour un dipôle LC : $Z = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ (bobine à résistance interne) et $Z = L\omega - \frac{1}{C\omega}$ (bobine pure) ;
- Pour un dipôle RC : $Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$
- Dipôle L : $Z = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ (bobine à résistance interne) et Pour un dipôle RC : $Z = L\omega$ (bobine pure)
- Dipôle C : $Z = \frac{1}{C\omega}$;
- Dipôle R : et $Z = R$

Exercices

Exercice 1

Un dipôle RLC est en alternatif par une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 6V$ et de fréquence 50Hz. Déterminer :

1) L'impédance du dipôle.
2) Le déphasage de la tension par rapport au courant.
3) La fréquence du dipôle à la résonance.
4) Le facteur de qualité du dipôle.
5) Les tensions U_C et U_L aux bornes du condensateur et de la bobine. Que voudraient-elles si la résonance R était 100 fois plus petite ?
6) Quel y a-t-il d'avoir un facteur de qualité important ?
   Données : $R = 100\Omega$; $L = 1H$; $C = 10\mu F$

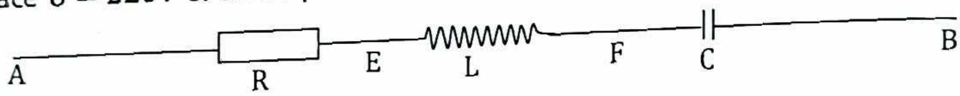
Exercice 2

Un générateur impose aux bornes d'un dipôle une tension sinusoïdale : $u(t) = 25\cos(100\pi t)$.
L'intensité qui traverse ce dipôle est de la forme : $i(t) = 0{,}5\cos\left(2\pi f t - \frac{\pi}{4}\right)$

1. Calculer l'intensité efficace et la tension efficace aux bornes de ce dipôle.
2. Quelle est la fréquence du courant ?
3. Déterminer la phase de l'intensité par rapport à la tension.
4. Calculer l'impédance Z du dipôle.

Exercice 3

Entre deux points A et B, on relie en série, un conducteur ohmique de résistance $\mathbf{R = 15\Omega}$, une bobine de résistance négligeable et d'inductance $\mathbf{L = 0,08H}$ et un condensateur de capacité $\mathbf{C = 3,8\mu F}$. On néglige la résistance des fils de jonction. On applique entre les bornes A et B une tension sinusoïdale de valeur efficace $\mathbf{U = 220V}$ et de fréquence $\mathbf{N = 50Hz}$.



1. Vérifier que l'impédance du circuit entre A et B est environ $Z = 813\Omega$.
2. En déduire la valeur de l'intensité efficace I du courant dans le circuit.
3. Calculer la phase φ de la tension par rapport à l'intensité du courant. En déduire la nature du circuit.
4. Calculer la tension efficace $\mathbf{U_{AF}}$ entre les points A et F.
5. Calculer le facteur de puissance du dipôle RLC

Exercice 4

1. Une bobine est mise en série avec un ampèremètre thermique. Lorsque l'ensemble est monté entre les bornes d'une batterie d'accumulateur de force électromotrice $E_0 = 12V$ et de résistance négligeable. L'ampèremètre indique un courant $I_0 = 0{,}24A$. lorsqu'on le monte entre les bornes d'une prise de courant alternatif ($f = 50H_Z$) présentant une tension alternatif U= 225V. L'ampèremètre indique $I_1 = 2A$. On demande :
   (a) La résistance de la bobine
   (b) Son impédance Z_1
   (c) Son inductance L
   (d) Le déphasage φ_1 et le facteur de puissance
2. On remplace la bobine par un condensateur, l'ampèremètre indique $I_2 = 0{,}9A$. on demande :
   (a) Impedance Z_2 du condensateur
   (b) Sa capacité C
   (c) Le déphasage φ_2 et le facteur de puissance.

Remarque : lorsqu'une bobine est branchée dans un circuit à courant continu, elle se comporte comme une résistance pure dont la tension continue : $U_L = rI$ où I est l'intensité du courant continu et r la résistance interne de la bobine.

Mais lorsqu'une bobine est branchée dans un circuit à courant alternatif sinusoïdal ; la bobine se comporte comme un dipôle oscillant en régime sinusoïdal dont l'intensité efficace : U_L = ZI= $L\omega I$ (bobine pure) et $U_L = I.\sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ (bobine à résistance interne).

3. On monte maintenant la bobine et le condensateur en série avec un ampèremètre. On demande :
   (a) L'impédance Z de l'ensemble
   (b) L'intensité efficace I qui indique l'ampèremètre.
   (c) Le déphasage φ et le facteur de puissance.

Exercice 5

Un circuit est constitué d'une résistance R=200Ω, d'une bobine inductive (inductance : L=0,1H ; résistance négligeable) et d'un condensateur de capacité C=1μF placées en série. Il est alimenté par un générateur BF qui délivre à ses bornes une tension alternative sinusoïdale u de fréquence 250Hz et de valeur efficace U=5V.

1. Calculer l'intensité du courant dans le circuit.
2. Si l'on se donne la tension instantanée u sous la forme $u = U_m \cos(\omega t)$. Quelle est la loi de variation de l'intensité instantanée i en fonction du temps : $i(t)$?
3. Calculer les tensions :
   - U_R : aux bornes de la résistance ;
   - U_B : aux bornes de la bobine ;
   - U_C : aux bornes du condensateur et comparer la somme $U_R + U_B + U_C$ à la tension appliqué U et conclure
4. Quelles sont les valeurs des impédances
   - Z : du circuit (R, L, C) en série ;
   - Z_R : de la résistance ;
   - Z_B : de la bobine ;
   - Z_C : du condensateur. Comparer la somme $Z_R + Z_B + Z_C$ à Z et conclure.

Exercice 6

Entre deux points A et B, on applique une tension $u(t) = U_m \sin(100\pi t)$

1. Un résistor de 100Ω branché entre A et B est traversé par une intensité de 1,2A. Calculer U_m
2. Une bobine pure placée seule entre A et B laisse passer la même intensité.
   (a) Calculer l'inductance de la bobine.
   (b) Exprimer l'intensité $i(t)$ dans la bobine.
3. On monte entre A et B un condensateur de capacité C= 10mF et le résistor en plus de la bobine.
   (a) Calculer l'intensité efficace du courant.
   (b) Calculer la différence de potentielle aux bornes de chaque appareil.
   (c) Construire le diagramme des tensions.
4. Calculer la puissance consommée par chaque portion du circuit.

Exercice 7

Soit un dipôle tel que C=2μF ; L = 0,5H et R = 2000Ω. Ce circuit est excité par un générateur délivrant une tension de valeur maximale 220V et de fréquence 50Hz.

1) Calculer l'impédance du circuit.
2) Le circuit est-il capacitif ou inductif ?
3) Calculer les valeurs efficaces de la tension et de l'intensité.
4) Par quel condensateur faut-il substituer le condensateur C pour que la fréquence du générateur soit égale à la fréquence de coupure propre du circuit ?

Exercice 8

1. Une tension instantanée $u(t) = 2{,}5\cos(3700t)$, en volts, est établie aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R= 220Ω.
   (a) Calculer la période de la tension appliquée au dipôle.
   (b) Donner l'expression de l'intensité du courant électrique qui traverse le conducteur ohmique.
   (c) Calculer l'intensité efficace du courant.
2. On remplace le conducteur ohmique par un condensateur de capacité C=1,00μF.
   (a) Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse le condensateur.
   (b) Calculer l'intensité efficace du courant.
3. On remplace maintenant le conducteur par une petite bobine supposé non résistive dont l'auto-inductance L= 20mH.

(a) Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse la bobine.
(b) Calculer l'intensité efficace du courant.

4. Pour les 3 cas étudiés, représenter le vecteur de Fresnel de l'intensité et de la tension aux bornes du dipôle considéré.

Exercice 9

Un circuit (RLC) série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance $R = 50\ \Omega$
- d'une bobine d'inductance $L = 45mH$ et de résistance $r = 10\ \Omega$
- d'un condensateur de capacité $C = 10\mu F$.

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace $u = 6V$ et de fréquence 100Hz.

1.) Faire la représentation de Fresnel de ce circuit.
2.) Calculer l'impédance du circuit.
3.) Calculer l'intensité efficace du courant dans le circuit.
4.) Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
5.) Calculer la différence de phase de la tension par rapport à l'intensité.

Exercice 10

Soit un dipôle électrique AB dont la nature exacte est inconnue. On sait qu'il peut être formé des éléments suivants :

- Cas n°1 : une bobine de résistance R, d'inductance L
- Cas n°2 : un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série ;
- Cas n°3 : un conducteur ohmique de résistance R

1. On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante le traverse. Montrer que le cas n°2 ne peut convenir
2. On alimente maintenant le dipôle AB par une tension sinusoïdale de fréquence $f = 50Hz$, et on observe :
   - ✓ Au wattmètre que la puissance moyenne dissipée dans AB est $P = 25W$
   - ✓ A l'ampèremètre, que l'intensité efficace dans AB est $I = 0{,}5A$
   - ✓ Au voltmètre que la tension efficace aux bornes de AB est $U = 100V$

   Grace à ses indications, déterminer la nature exacte du dipôle AB (cas n°2 ayant été éliminé précédemment)

   Déterminer les éléments composants AB et leur valeur numérique
3. Le dipôle AB est placé en série avec un condensateur de capacité variable. L'ensemble est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'au 2e
   Déterminer littéralement puis numériquement la valeur C' de la capacité pour que la tension et le courant aux bornes de AB soient en phase.

D'après Bac Série C/E du Tchad 2012

Exercice 11

Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 6{,}3V$ et de fréquence $f = 50Hz$. On branche entre les bornes du générateur, en série :

- Un conducteur ohmique de résistance : $R = 11\Omega$
- Une bobine non résistive, d'inducteur : $L = 270mH$
- Un condensateur de capacité $C = 45\mu F$

(a) Faire la construction de Fresnel relative à ce circuit.
(b) Calculer l'impédance du circuit
(c) Calculer l'intensité efficace du courant
(d) Déterminer la phase de la tension par rapport à l'intensité du courant

Exercice 12

1. On branche un voltmètre aux bornes d'une source de courant alternatif. Il indique 220V. la fréquence du courant est $50H_Z$. Quelle est la valeur maximale de la tension de la source ?
2. On dispose en série, aux bornes de la source précédente, une résistance pure r, une bobine B de résistance R et de coefficient d'induction L et un ampèremètre. Celui-ci indique alors 3,5A ; un voltmètre branché aux bornes de la seule résistance r indique $U_r = 140V$ et aux bornes de la bobine B, $U_B = 120{,}8V$.

(a) Déterminer les impédances Z_r de la résistance, Z_B de la bobine et Z de l'ensemble.
(b) Calculer les valeurs de r, R et L.
(c) Déterminer le déphasage entre la tension aux bornes de la source et l'intensité du courant.
(d) Ecrire l'expression de l'intensité du courant en prenant comme origine des temps l'instant où la tension est maximum.

Exercice 13

Une bobine est assimilable à un conducteur ohmique de résistance R et à une bobine d'inductance L disposé en série. On veut mesurer les valeurs de R et de L.

1) Dans une $1^{ière}$ mesure, la bobine est alimentée par un générateur délivrant une tension continue $U_1 = 12V$; l'intensité du courant qui traverse la bobine alors égale à $I_1 = 0{,}192A$.
Dans une $2^{ième}$ mesure, la bobine est alimentée par un générateur a basse fréquence (G.B.F) délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence $f = 100Hz$ et de valeur efficace $U_e = 15V$; l'intensité efficace est alors égale à $I_e = 10{,}3mA$. Déduire de ces données les valeurs de R et L.
2) On cherche à vérifier ces résultats à l'aide d'une autre mesure. Avec la bobine et le condensateur de capacité $C = 1\mu F$, disposés en série, on constitue un circuit que l'on alimente par le G.B.F précédente. On fait varier la fréquence f de la tension alternative sinusoïdale en maintenant sa valeur efficace constante et égale à 5V et on suit l'évolution de l'intensité efficace. Celle-ci passe par une maximale $I_0 = 80mH$ pour $f_0 = 181Hz$
   (a) Comment appelle-t-on le phénomène observé ?
   (b) Déduire de ces données les valeurs de R et L.
   (c) On se place à la fréquence $f_1 = 100Hz$. Calculer la valeur de l'impédance Z du circuit ; En déduire la valeur de l'intensité efficace I_e. Calculer la phase φ de la tension instantanée $u(t)$ par rapport à l'intensité instantanée $i(t)$

Exercice 14

Un dipôle R, L, C série comprend un condensateur de capacité C=1µF, un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$ et une bobine d'inductance $L = 0{,}1H$ et de résistance $r = 10\Omega$. Ce dipôle est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence 50Hz et de valeur efficace 120V.

1) Calculer l'impédance du circuit, l'intensité efficace et le déphasage de la tension d'alimentation par rapport à l'intensité du courant.
2) Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du dipôle ainsi que celle de l'intensité instantanée.
3) Calculer la tension efficace aux bornes de la bobine.

Exercice 15

Une bobine est alimentée par une tension sinusoïdale dont la fréquence est f=100Hz. Elle est traversée par une intensité dont la valeur efficace est I=0,28A. La puissance moyenne fournie à la bobine est alors P=3,5W. Le facteur de puissance de la bobine mesure à la phase mètre est 0,74.

1) Quelle est la tension efficace U existant aux bornes de la bobine ?
2) Calculer la résistance R et l'inductance L de la bobine.
3) On place en série avec la bobine un condensateur de capacité variable C tel que l'ensemble ait un facteur de puissance égal à 0,9. Quelles sont les valeurs possibles de C ?
4) Quelle doit être alors la valeur efficace U' de la tension aux bornes de l'ensemble si l'on veut que l'intensité traversant la bobine et le condensateur soit à nouveau I=0,28A ?

D'après Bac Série C/E du Tchad 2004

Exercice 16

Une bobine de résistance R et d'inductance L est d'abord alimenté par un générateur de tension continue U_1=6V ; l'intensité du courant qui la traverse est I_1=0,3A. Si elle est alimentée sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 24V, l'intensité efficace vaut 0,12A ; la fréquence du courant est de 50Hz.

1. Déterminer la résistance, l'impédance et l'inductance de la bobine.

2. On monte en série avec la bobine avec un conducteur de capacité C=5µF. L'ensemble est soumis à la tension sinusoïdale précédant.
   (a) Déterminer l'impédance de l'ascension.
   (b) Quelle est l'intensité efficace du courant ?
   (c) Quelle est la phase de l'intensité par rapport à la tension aux bornes de l'association ?

Exercice 17

Un générateur de tension sinusoïdale d'amplitude $Um = 6V$ et de pulsation réglable, alimente un dipôle RLC série pour lequel C= 6µF, $R = 5\Omega$ et $L = 200mH$.

1. Déterminer la fréquence propre f_0 du dipôle RLC
2. On désigne par U_{Rm} l'amplitude de la tension aux bornes de la résistance R. Exprimer le rapport U_{Rm}/U_m en fonction de R, L, C et ω sachant qu'en dehors de la résonance, l'impédance du circuit vaut $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^{2}}$
3. En déduire les valeurs des fréquences f_1 et f_2 qui limitent la bande passante à 3dB.
4. Exprimer le facteur de qualité Q en fonction de f_0 et de β largeur de la bande passante à 3dB.
5. Déterminer la valeur efficace de la tension aux bornes de L lorsque $f = f_0$.

Exercice 18

1. Une bobine est traversée par un courant de 11A quand on applique entre ses bornes une tension continue de 220V. La bobine étant branchée sur une prise de courant alternatif de secteur (U=220V, 50Hz), l'intensité efficace dans la bobine tombe à 5,5A. Expliquer le phénomène et donner les valeurs de la résistance R et de l'inductance L de la bobine.
2. On branche cette bobine en série avec un condensateur de capacité variable C, sur la même prise du secteur que précédemment. Etablir l'expression de l'impédance Z de l'ensemble et du déphasage φ de la tension par rapport à l'intensité. On augmente la valeur de C ; on observe que l'intensité passe par un maximum. Expliquer ce phénomène, et calculer la valeur de C correspondant à ce maximum.

Exercice 19

Un circuit comprend en série : un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C. Une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U=150V et fréquence réglable est appliquées aux bornes du circuit.

1. Pour une valeur f_1 de la fréquence f, les tensions efficaces aux bornes des appareils sont telles que : $U_L = U_C = 3U_R$. Déterminer :
   (a) Les valeurs de U_R, U_L et U_C
   (b) L'intensité efficace I dans le circuit
   (c) Le déphasage φ entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité.
2. La tension appliquée gardant la valeur efficace U=150V, on règle la fréquence à la valeur $f_2 = 2f_1$. Déterminer :
   (a) L'intensité efficace I'
   (b) Le déphasage φ entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité$
   (c) La tension efficace existant entre les bornes de chaque appareil.

Exercice 20

Soit un condensateur de capacité $C_1 = 6{,}28\mu F$

1. Donner l'expression de la charge q prise par ses armatures quand on établit entre elle une tension constante U_0. Calculer q pour $U_0 = 50V$.
2. Le condensateur étant chargé, on isole ses armatures et on le décharge dans une bobine d'inductance $L_1 = 0{,}318H$ et de résistance négligeable.
   (a) Etablir l'équation différentielle des oscillations électriques qui apparaissent dans le circuit et calculer leur fréquence.
   (b) En déduire les expressions de la charge $q(t)$ et de l'intensité instantanée $i(t)$
   (c) Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit est constante.
3. Entre deux bornes M et N on monte en série une résistance pure $R_1 = 300\Omega$, le condensateur de capacité C_1 et la bobine d'inductance L_1. On maintient entre M et N une difference de potentiel sinusoidale de valeur efficace $U = 220V$ et de fréquence $N = 50Hz$

Exercice 24

Soit un circuit excité par une tension sinusoïdale de fréquence f et de pulsation ω

1. Donner l'expression de l'impédance du circuit et l'expression du déphasage φ du courant sur la tension.
2. Exprimer la valeur f_0 de la fréquence pour laquelle l'intensité est en phase avec la tension.
3. Montrer qu'il existe deux valeurs f_1 et f_2 de la fréquence pour lesquelles le déphasage φ du courant sur la tension à la même valeur absolue.
4. Etablir de deux façons que $f_1 f_2 = f_0^2$
5. Soit un circuit tel que : $L = 2H$; $C = 10\mu F$; $f = 50Hz$.
   (a) Calculer la résistance du circuit sachant que le déphasage de la tension sur l'intensité est $\varphi = \frac{\pi}{4}$
   (b) Calculer la fréquence propre du circuit.
   (c) En déduire la fréquence f à imposer au **GBF** pour que le déphasage entre la tension et l'intensité soit de $-\frac{\pi}{4}$

Exercice 25

Un circuit comprend en série, les éléments suivants :

- Un générateur de courant alternatif sinusoïdal de fréquence N et de pulsation : $\omega = 2\pi N$
- Un condensateur de capacité $C = 0,5\mu F$
- Une résistance $R = 100\Omega$
- Une impédance $L = 0,5H$
- Un ampèremètre A de résistance négligeable.

La tension aux bornes de générateur est de la forme : $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$, avec U constante. Le courant qui traverse le circuit vaut : $i = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi)$

1. (a) Pour quelle ω_0 de ω a-t-on $\varphi = 0$? Pour quelles valeurs de ω a-t-on $\varphi < 0$ *et* $\varphi > 0$?
   (b) A toute pulsation $\omega_1 < \omega_0$ correspondant à un déphasage $\varphi = \varphi_1$, on peut associer une autre pulsation $\omega_2 > \omega_0$ correspondant à un déphasage $\varphi_2 = -\varphi_1$. Montrer qu'on a : $\omega_1 . \omega_2 = {\omega_0}^2$.
   (c) Calculer ω_1 et ω_2 pour avoir $|\varphi_1| = |\varphi_2| = \frac{\pi}{4}$rad.
2. On pose $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ et on rappelle Z l'impédance du circuit.
   (a) Exprimer le facteur de qualité Q de ce circuit en fonction de L, R et ω_0 et calculer sa valeur numérique.
   (b) Montrer que l'on a : $\frac{Z}{R} = \sqrt{1 + Q^2(x - \frac{1}{x})^2}$.

D'après Bac Série C/E du Tchad 2007

(a) Construire le diagramme de Fresnel représentant les valeurs instantanées des tensions aux bornes de chaque dipôle.
(b) Le circuit est-il capacitif ou inductif ?
(c) Calculer l'impédance Z_1 du circuit et l'intensité efficace I_1 du courant qui traverse le circuit.
(d) Déterminer le déphasage φ_1 existant entre l'intensité I_1 et la tension u aux bornes du circuit.
(e) En déduire les expressions $u = h(t)$ et $i = k(t)$

Exercice 21

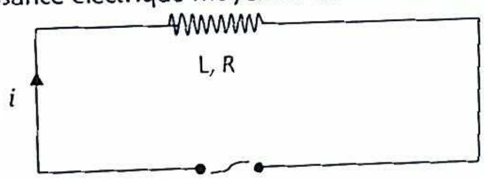
Un dipôle AB est constitué d'un résistor (ou conducteur ohmique) de résistance $R = 400\Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 200mH$ et de résistance $r = 10\Omega$, associés en série. On applique entre A et B une tension sinusoïdale alternative $u(t) = 80\cos(100\pi t)$

1. (a) Calculer la valeur maximale I_m de l'intensité efficace I du courant dans la bobine.
   (b) Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le dipôle AB ainsi que les expressions des tensions instantanées aux bornes du résistor et de la bobine.
2. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle AB
3. On ajoute maintenant dans le circuit un condensateur de capacité C, dissipé en série avec la résistance et la bobine. On constate alors que la tension et le courant sont en phase.
   (a) Quel est le phénomène observé ? En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
   (b) Calculer dans ces conditions l'intensité efficace du courant dans le circuit.

Exercice 22

Une bobine de résistance R et d'inductance L est connecté à un générateur G qui délivre entre bornes une tension alternative sinusoïdale instantanée $u = U\sqrt{2}\cos(2\pi t)$ de valeur efficace $U = 5V$ et de fréquence f

1. Donner, sans démonstration, l'expression de l'impédance Z de la bobine en fonction de R, L et f
2. La tension efficace U étant maintenue constante égale à 5V, on fait varier f.
   Lorsque cette fréquence est $f_1 = 50Hz$, l'intensité efficace du courant traversant la bobine $I_1 = 1A$ et lorsqu'elle devient $f_2 = 100Hz$, l'intensité efficace prend la valeur $I_2 = 0{,}625A$
   (a) En vous servant de ces deux expériences, déterminer la résistance R et l'inductance L de la bobine
   (b) Donner l'expression numérique de l'intensité instantanée i du courant en fonction du temps t, pour chacune des deux expériences réalisées.
   (c) Quelles est la puissance électrique moyenne dans la bobine au cours de chacune des expériences ?



Exercice 23

Un générateur délivrant une tension sinusoïdale $U(t)$ de valeur efficace $U = 6V$ et de fréquence N, est branché aux bornes A et B d'un circuit comprenant, montés en série :

- Un résistor $R = 23\Omega$.
- Un condensateur de capacité $C = 2{,}5\mu F$.
- Une bobine inductive de coefficient d'auto-induction L et de résistance inconnus.
- Un ampèremètre d'impédance négligeable.

1. Pour la pulsation correspondant à la fréquence N, donner l'expression de l'impédance Z_{AB} du dipôle AB.
2. On fait varier la fréquence N et on note les valeurs correspondantes de 1). On constate que l'intensité du courant est maximale ($I_0 = 0{,}2A$) pour la fréquence $N_0 = 100Hz$.
   (a) Calculer alors l'impédance Z_{AB}.
   (b) En déduire les caractéristiques r et L de la bobine.
3. La fréquence vaut maintenant $N_1 = 80Hz$. Représenter l'allure du diagramme de Fresnel correspondant sur lequel on fera apparaitre la phase φ de la tension U en prenant l'intensité I comme origine des phases.

SUJETS PROPOSES AUX EXAMENS

Sujet 1

Chimie

Exercice 1

Toutes les solutions aqueuses prises sont à 25°C. On donne en g/mol : $M(H) = 1$; $M(C) = 12$ et $M(N) = 14$

1. Après avoir défini une base, rappeler la différence entre une base faible et une base forte.
2. Une solution aqueuse de méthylamine de concentration molaire volumique C_1 inconnue à un $pH = 11,5$. On donne $pk_A = 10,7$
   (a) Après avoir fait le bilan des espèces chimiques en présence, déterminer les concentrations molaires volumiques de ces espèces chimiques. En déduire C_1.
   (b) Quelle masse de méthylamine faut-il utiliser pour préparer $400cm^3$ de cette solution ?
3. On mélange un volume v_2 d'une solution de chlorure de méthylammonium de concentration molaire volumique C_2 à un volume v_1 de la solution précédente de méthylamine, et on obtient une solution de $pH = 10,7$.
   (a) Après avoir fait le bilan des espaces chimiques en présence, donner en les justifiant, les expressions littérales des concentrations molaires volumiques de ces espèces. On utilisera les approximations habituelles. Trouver la relation existante entre C_1, C_2, v_1 et v_2. En déduire le volume v_2 de solution de chlorure de méthylammonium à utiliser si $C_2 = 0,05mol/l$ et $v_1 = 60cm^3$
   (b) Comment appelle-t-on la solution obtenue ? Quelles sont ses propriétés ?

Exercice 2

Un corps A ne contenant ni cycle, ni laison multiple entre les atomes de carbone, a pour formule brute C_4H_8O.

1. Quelles sont les fonctions chimiques possibles de A ?
2. Afin de déterminer la nature du corps A, on réalise les tests suivants résumés dans le tableau ci-dessous :

Réactif + corps A	Résultat
2,4 − DNPH + A	Précipité jaune
Liqueur de Fehling + A	Précipité rouge brique

   A l'aide des tests résumés dans le tableau :
   (a) Déduire la fonction chimique du corps A.
   (b) Ecrire son groupe fonctionnel.
3. A est le produit de l'oxydation ménagée d'un corps C. Le corps C est obtenu en très faible quantité, à côté d'un corps D majoritaire, lors de l'hydratation d'un alcène B qui possède quatre (4) atomes de carbone et un squelette carboné ramifié.
   (a) Justifier que l'alcène B est dissymétrique.
   (b) Donner la formule semi-développée de B.
   (c) Donner les formules semi-développées et les noms des composés C et D.
   (d) En déduire la formule semi-développée et le nom du composé A.
4. Ecrire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée de C par le permanganate de potassium en milieu acide. On rappelle que l'ion $M_nO_4^-$ est réduit en ion M_n^{2+}

Physique

Exercice 1

Un condensateur de capacité $C = 100\mu F$, préalablement chargé sous une tension $u_0 = 12V$, est branché à l'instant $t = 0$, aux bornes d'une bobine d'inductance $L = 10mH$ et de résistance négligeable.

1. Flécher les tensions aux bornes de deux dipôles.
2. (a) Exprimer en fonction de la charge q, les tensions aux bornes du condensateur et de la bobine.
   (b) Etablir l'équation différentielle régissant de la charge q au cours du temps.

Sujet 2

Chimie

Exercice 1

On prépare une solution S en mélangeant une solution S_1 de HCl de volume $V_1 = 60ml$ de concentration $C_1 = 4.10^{-2}mol/l$ et une solution S_2 de HNO_3 de volume $V_2 = 40ml$, de concentration $C_2 = 10^{-2}mol/l$.

1. Quel est le pH de la solution S ?
2. Déterminer la concentration des espèces chimiques présentes dans la solution S.
3. Quel volume d'eau faut-il ajouter à la solution S' de $pH = 2$?
4. A la solution S', on ajoute $50ml$ d'une solution de soude de concentration $C = 2.10^{-2}mol/l$. Quelle est la nature du mélange obtenu ? Justifier votre réponse. Calculer son pH.

Exercice 2

L'un des couples réguliers du pH du sang est le couple dihydrogénophosphate/ ionhydrogénophosphate $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ de $pK_A = 6,82$ à 37°C. Le pH du sang varie très peu. Il est voisin de 7,4.

1. Calculer le rapport $[H_2PO_4^-]/[HPO_4^{2-}]$ dans le sang.
2. Dans le sang considéré, $[HPO_4^{2-}] = 0,275mol/l$. En déduire $[H_2PO_4^-]$.
3. Une réaction produit $0,035mol$ d'acide lactique, $C_3H_6O_3$ par litre de sang. Acide lactique, $C_3H_6O_3(CH_3CHOHCOOH)$. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'aide lactique et l'ion HPO_4^{2-}.
4. En supposant cette réaction totale déterminer les concentrations de $H_2PO_4^-$ et HPO_4^{2-}, puis vérifié que le pH du sang devient voisin de 7,2.

Physique

Exercice 2

On considère le circuit électrique fermé comprenant un condensateur AB de capacité C et une bobine d'inductance L=40mH et de résistance négligeable.

La tension aux bornes du condensateur a pour expression $U_{AB} = 2\cos(5000t)$ (U_{AB} en V et t en s).

1. Donner l'amplitude de la tension bornes du condensateur et la pulsation propre.
2. Calculer la capacité C du condensateur.
3. Etablir successivement les expressions de la charge q(t) portée par l'armature A du condensateur et de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.
4. Démontrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit est constante. Calculer sa valeur numérique. En déduire la valeur de la tension U_{AB} au moment ou l'intensité du courant vaut $i = 8mA$.
5. Que devient ces oscillants, si la résistance de la bobine n'est pas négligeable.

Exercice 1

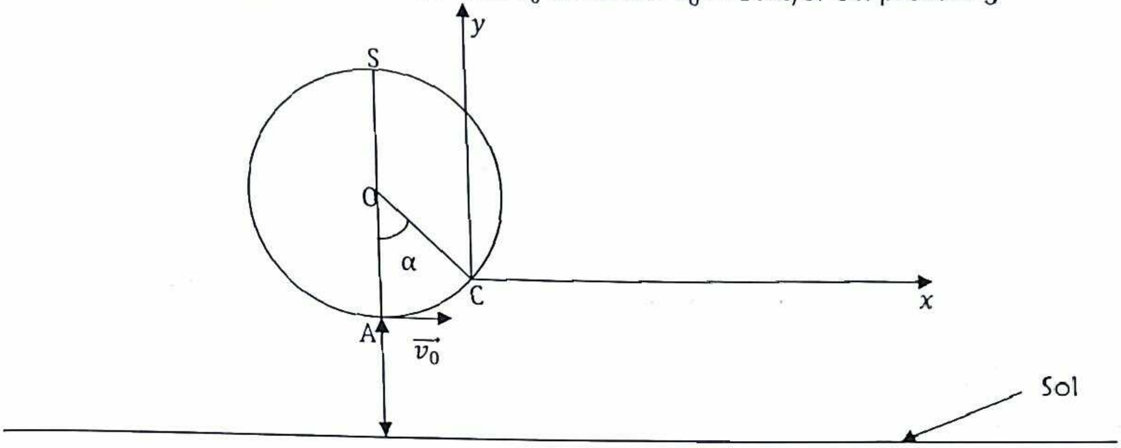
Un plat de riz bien protégé, assimilable à un point matériel est lancé depuis le point A sur un plan incliné d'angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. On néglige les frottements sur le plan AB. La longueur AB est $L = 2m$ (voir figure ci-dessous). Le plat arrive en B avec un vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_B}$ de norme $V_B = 10m/s$. On prendra $g = 10m/s^2$

1. **Etude sur le plan incliné**
   (a) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le plat entre A et B et les représenter.
   (b) Calculer la vitesse V_A de lancement au point A.
   (c) Représenter le vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_B}$ au point B
2. A partir du point B, le plat entre dans le champ de pesanteur uniforme. On néglige les frottements de l'air. Le plat de riz tombe au fond d'une classe de la Terminale S du lycée le '**Médaille**' à la distance $h = 5m$ en dessous du point B vers midi.
   (a) Déterminer les équations horaires du plat dans le repère $(B, \vec{i}, \vec{k})$. En considérant qu'à l'instant initial le plat se trouve au point B.
   (b) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du plat.
   (c) A quelle date, ce plat arrive-t-il au fond de la classe au point E ? En déduire l'abscisse X_E du point E.

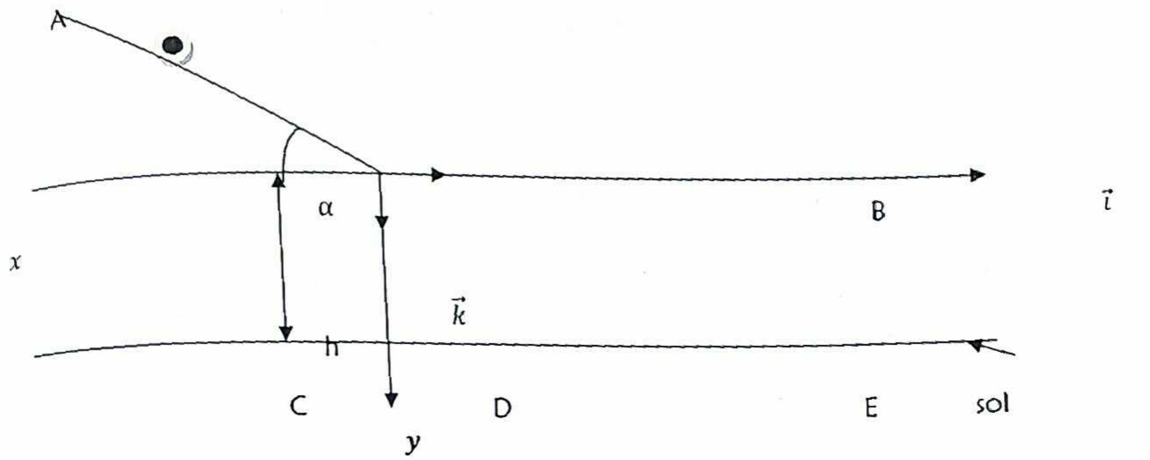
3. Donner l'expression générale des solutions de l'équation différentielle décrivant l'évolution de la charge q au cours du temps. Expliquer les différents termes de cette équation et préciser les unités S.I.
4. Exprimer l'équation particulière donnant l'expression en fonction du temps :
   (a) De la tension aux bornes du condensateur ;
   (b) De l'intensité du courant.

Exercice 2

Une fronde est constituée par un objet ponctuel (M)de masse $m = 50g$ accroché à l'une des extrémités d'un fil, de longueur $l = 80cm$ et de masse négligeable, dont l'autre extrémité O est maintenue fixe. On fait tourner la fronde autour de O dans un plan vertical de manière que l'objet ponctuel (M) décrive un cercle de centre O. Pour provoquer le mouvement, on communique à l'objet (M) quand le système est dans sa position d'équilibre OA, une vitesse horizontale $\overrightarrow{v_0}$ de norme $v_0 = 10m/s$. On prendra $g = 9{,}81m/s^2$



1. (a) Etablir l'expression littérale v_S de la vitesse du mobile au point S, sommet de la trajectoire, en fonction de v_0, l et g. Faire l'application numérique
   (b) Etablir l'expression littérale de la norme T_S de la tension au point S du fil en fonction de v_0, l, m et g. Faire l'application numérique.
2. La fronde tourne dans le plan vertical. Quand l'objet (M) passe, en montant, au point C de la trajectoire, il se détache du fil libéré. On néglige toute l'action de l'air sur (M). Le rayon OC fait un angle $\alpha = 40°$ avec la verticale OA. Le point A se trouve à la distance $h = 20cm$ du sol horizontal.
   (a) Déterminer les caractéristiques (direction, sens et norme) du vecteur-vitesse du mobile au point C
   (b) Etablir dans le repère $(C_x; C_y)$, l'équation littérale de la trajectoire de (M). Quelle est la nature de cette trajectoire ? Faire l'application numérique.
   (c) Déterminer à quelle distance de P, point du sol à la verticale de A, l'objet (M) touche le sol
   (d) Quelles sont les caractéristiques (direction, sens et norme) du vecteur-vitesse du mobile au sol.



3. Deux élèves très affamés assimilés à des points matériels mobiles C et D luttent pour arriver premier au point E pour prendre ce plat. L'un, animé d'un mouvement rectiligne uniforme arrive au point C avec la vitesse $V_C = 12{,}66 m/s$ au moment précis où l'autre part du point D sans vitesse initiale avec une accélération $a = 4 m/s^2$. On n'admettra que le plat est au point B au moment où les élèves sont aux points C et D.
   (a) Donner l'équation horaire du mouvement de chaque élève selon l'axe (B, x).
   (b) Calculer le temps mis pour chacun pour arriver au point E.
   (c) Lequel des élèves prendra le plat ? Justifier votre réponse.
   On donne : $X_C = -8m$; $X_D = -5m$. X_C et X_D sont les abscisses des points C et D dans le repère $(B, \vec{\imath}, \vec{k}$

Sujet 3

Chimie

Exercice 1

On dissout du HCl dans l'eau de façon à obtenir un volume $V_1 = 200ml$ d'une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration C_1. Le pH de la solution est égal à 1,5

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors de la dissolution du HCl
2. Déterminer le volume V_{HCl} de HCl gazeux nécessaire (dans les conditions normales de température et de pression) ainsi la concentration C_1 de la solution S_1
3. On prélève $V_1' = 10ml$ de la solution S_1 et $V_2' = 5ml$ d'une solution S_2 d'acide nitrique de concentration $C_2 = 10^{-2} mol/l$. On obtient une solution S_3 de volume $15ml$. Sachant que l'acide nitrique est totalement ionisé en solution aqueuse et que le fait de mélangé les acides ne modifient pas leurs propriétés.
   (a) Déterminer la concentration en ions hydronium dans la solution S_3
   (b) En déduire son pH

Exercice 2

Une solution de volume $100ml$ est préparée en dissolvant $12{,}2mg$ d'acide benzoïque C_6H_5COOH dans l'eau pure. Le coefficient d'ionisation α de l'acide benzoïque pour la solution étudiée est égal à 0,22.

1. Calculer la concentration molaire de cette solution.
2. Le k_a du couple acide benzoïque/ion benzoate est $6{,}30.10^{-5}$.
   - Calculer les concentrations molaires des espèces C_6H_5COOH et $C_6H_5COO^-$ présentes dans cette solution
   - En déduire le pH de la solution
3. A la solution précédente d'acide benzoïque, on ajoute une masse m' d'hydroxyde de sodium pour obtenir une solution de pH égale à 4,2. L'ajout de l'hydroxyde de sodium se fait sans variation notable de volume.

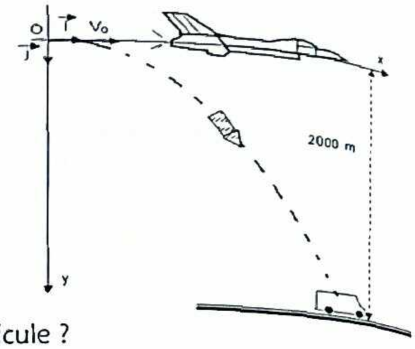
(a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu lors de l'ajout de l'hydroxyde de sodium.
(b) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.
(c) Déterminer la valeur de m'

Physique

Exercice 1

Un avion de guerre supersonique animé d'un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse $v_0 = 400\ m.s^{-1}$ vole à une altitude de $2000m$, son radar a détecté un véhicule de transport de soldats ennemis supposé ponctuel, immobile au point A, le pilote a décidé de les attaquer, malgré l'interdiction de ce fait par la loi du Tchad. En passant par O, origine du repère $(O,\vec{i},\vec{j})$, l'avion a lâché, à une date prise comme origine de temps, une bombe qui après quelques secondes a détérioré complètement le véhicule et a tué tous les soldats.

On néglige la force résistante de l'air sur la bombe.



1. Etablir les lois horaires du mouvement de la bombe selon les deux axes.
2. En déduire l'équation de la trajectoire de la bombe relativement au repère $(O,\vec{i},\vec{j})$.
   (a) A quelle distance de la verticale passant par O se trouvait le véhicule ?
   (b) Déterminer la date d'arrivée de la bombe au véhicule.
3. Où se trouver l'avion à la date d'arrivée de la bombe au véhicule ?
4. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la bombe lorsqu'il se trouvait à $1000m$ au-dessus du sol.

Exercice 2

On considère le circuit électrique fermé comprenant un condensateur AB de capacité C et une bobine d'inductance $L = 40mH$ et de résistance négligeable.
La tension aux bornes du condensateur a pour expression $U_{AB} = 2\cos(5000t)$ (U_{AB} en V et t en s).

1. Donner l'amplitude de la tension bornes du condensateur et la pulsation propre.
2. Calculer la capacité C du condensateur.
3. Etablir successivement les expressions de la charge q(t) portée par l'armature A du condensateur et de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.
4. Démontrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit est constante. Calculer sa valeur numérique. En déduire la valeur de la tension U_{AB} au moment ou l'intensité du courant vaut $i = 8mA$.
5. Que devient ces oscillants, si la résistance de la bobine n'est pas négligeable.

Sujet 4

Chimie

Exercice 1

L'hydratation d'un alcène linéaire A conduit à seul composé B. L'oxydation ménagée de B donne un composé C.

1. Donner la fonction chimique de B. Quelles sont les classes possibles de B ?
2. L'oxydation ménagé de B donne un composé C. C réagit avec la DNPH en formant un précipité jaune, mais C ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.
   Donner la fonction chimique de C et préciser la classe de B.
3. La formule brute de B est $C_4H_{10}O$. En déduire sa formule semi-développée et son nom.
4. Donner les formules semi-développées et les noms des composés A et C.

Exercice 2

Toutes expériences sont réalisées à 25°C. On se propose de déterminer de deux façons différences la constante d'acidité k_a et le pk_a du couple ion ammonium / ammoniac.

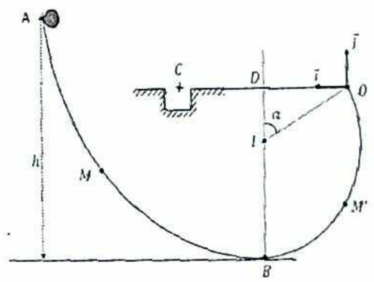
1. Etude d'une solution aqueuse d'ammoniac.
   On dispose d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration $C_1 = 0{,}1 mol/l$. Le pH de cette solution est 11,1.
   (a) Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans cette solution.
   (b) Calculer la valeur de la constante d'acidité et celle du pk_a du couple ion ammonium / ammoniac.
2. Etude du dosage de la solution du chlorure d'ammonium par la soude.
   A un volume $v_2 = 25ml$ d'une solution aqueuse de chlorure d'ammonium de concentration molaire inconnue C_2, on ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_3 = 0{,}1mol/l$. Pour chaque volume v_3 de soude ajoutée, on mesure le pH, et on obtient les résultats suivants :
   - A l'équivalence : $v_{3E} = 12{,}5ml$ et pH = 5,3.
   - A la demi-équivalence : $v_{3D} = 6{,}25ml$ et pH = 9,2.

   (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.
   (b) Calculer la valeur de C_2.
   (c) Déterminer la valeur du pk_a et celle de k_a du couple ion ammonium / ammoniac.

Physique

Exercice 1

Le parcours ci-dessus représente un jeu pour enfants. Ce jeu consiste à faire tomber une bille dans le réceptacle C à partir de plusieurs positions (Voir schéma). Le parcours est constitué d'une piste d'élan AB raccorde en B à une partie circulaire BO ce centre I et de rayon r. La bille de petites dimensions est assimilée à un point matériel. On néglige les forces frottement et la résistance de l'air. La bille est lâchée sans vitesse initiale du point A situé à une hauteur $h = 10m$ par rapport à B.



1. Déterminer la vitesse de la bille et la réaction de la piste lors de son passage en B puis en O.
   On donne $r = 3m$; $\alpha = 60°$ et $g = 10m/s^2$.
2. La bille quitte ensuite la piste en O avec la vitesse $v_0 = 10{,}5m/s$.
   (a) Donner la direction de la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ par rapport à l'horizontale.
   (b) Déterminer l'équation de la trajectoire de la bille dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$.
3. Le réceptacle est situé au point C symétrique de O par rapport à la verticale passant par I. La bille est lâchée de la hauteur $h = 10m$.
   Montrer que la bille ne tombera pas dans le réceptacle.
4. Quand la bille est lâchée d'une hauteur h_1, elle tombe dans le réceptacle C. Déterminer :
   (a) La vitesse initiale v_0 qu'il faut donner à la bille au point O pour qu'elle tombe dans le réceptacle C ;
   (b) La hauteur h_1 ;
   (c) La vitesse de la bille au point C.

Exercice 2

Le dispositif étudié se trouve dans une enceinte où règne le vide. L'étude est faite par rapport au repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$ supposé galiléen. Des électrons pénètrent en O, avec une vitesse v_0 horizontale, à l'intérieur

3. L'oxydation ménagée de A par une solution de dichromate de potassium utilisé en défaut fournit un corps B qui rosit le réactif de schiff et forme un précipité jaune avec la 2, 4 – DNPH.Lorsqu'on fait passer les vapeurs de l'alcool A sur l'alumine à 300°C on observe la formation d'un alcène ramifiée C. En déduire :
(a) Le nom et la formule semi-développée de l'alcool A ;
(b) Les noms et les formules semi-développées du composé B et de l'alcène C.

Physique

Exercice 1

On considère un circuit électrique par la mise en série :
- D'un condensateur de capacité C ;
- D'une bobine de résistance $R = 12\Omega$ et d'inductance L.

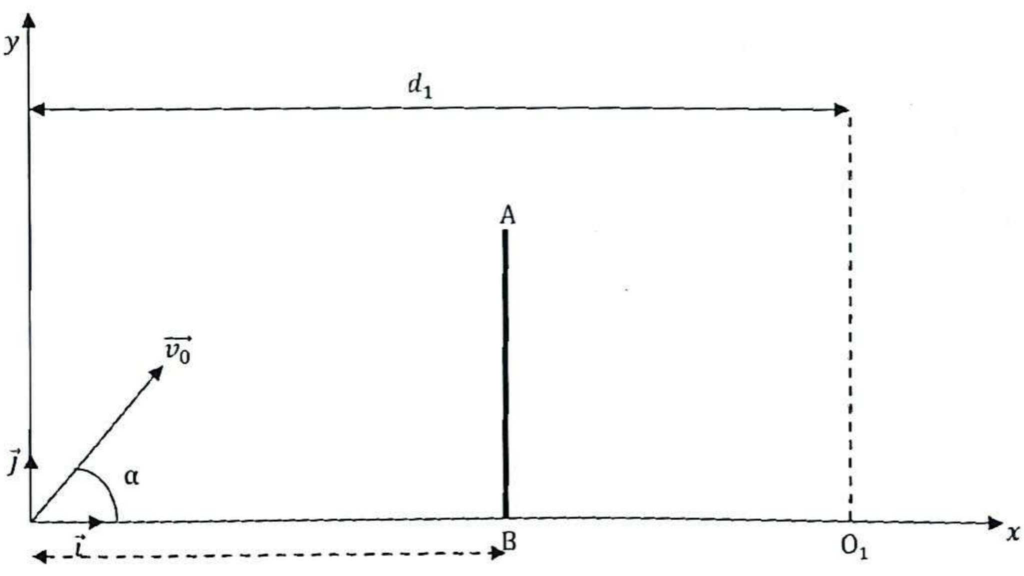
Il est alimenté par une ddp sinusoidale de valeur efficace 120V et de fréquence N.

1. On donne $L = 0{,}2H$; $N = 60Hz$ et $C = 25\mu F$. Calculer :
   (a) L'impédance Z ;
   (b) L'intensité efficace :
   (c) Le déphasage courant-tension φ.
2. On fixe toujours $L = 0{,}2H$; $C = 25\mu F$ et on varier la fréquence N. Calculer :
   (a) La fréquence de résonance N_0 du circuit ;
   (b) Le facteur de qualité Q de ce circuit ;
   (c) La bande passant ΔN de ce circuit.
3. La fréquence N devenant très faible $(N \to 0)$; quelles sont les limites de l'impédance Z du circuit et du déphasage courant-tension φ ?
4. La fréquence N devenant très grande $(N \to +\infty)$; quelles sont les limites de l'impédance Z du circuit et du déphasage courant-tension φ ?

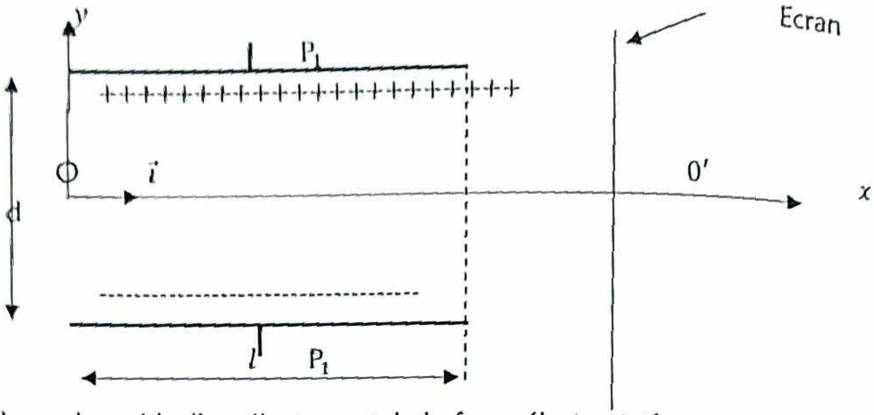
Exercice 2

On étudie de façon approchée la trajectoire d'une balle de golf. Un joueur communique à cette balle, une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ à l'aide d'une canne de golf (voir figure). On prendra $g = 10m/s^2$ et on néglige la résistance de l'air.

1. Montrer que la trajectoire de la balle est dans le plan $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$.
2. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire dans le repère $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$.
3. Dans ce lancer, $v_0 = 20m/s$ et $\alpha = 45°$. A la distance $d = 5{,}0m$ de 0 se trouve un petit arbre AB de hauteur $AB = h = 4m$. Montrer que la balle peut passer au-dessus de l'arbre.
4. Le trou que doit atteindre la balle est en O. La verticale de O_1 est à $d_1 = 42m$ de O.
   (a) Avec les données précédentes calculer l'abscisse du point d'impact de la balle sur le sol.
   (b) La balle atteindra-t-elle le trou O_1 ?



d'un condensateur plan. Entre les deux plaques horizontales P_1 et P_2 du condensateur, séparés par la distance d, est appliquée une tension $U = V_{P_1} - V_{P_2} = 140V$. On admettra que le champ électrostatique qui résulte agit sur les électrons, sur une distance l mesurée à partir du point O. On donne $e = 1{,}6.10^{-19}C$; $m = 9{,}1.10^{-31}kg$; $g = 9{,}8N/kg$; $v_0 = 30000km/s$; $l = 15cm$ et $d = 3cm$.



1. Comparer les valeurs du poids d'un électron et de la force électrostatique, qu'il subit à l'intérieur du condensateur.
2. Etablir l'équation de la trajectoire dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$.
3. (a) De quelle distance verticale les électrons sont-ils déviés à la sortie du condensateur ?
   (b) Quelle est la condition pour que les électrons sortent du champ électrostatique situé entre les plaques V_{P_1} et V_{P_2} ? La vitesse initiale gardant la valeur fixée.
4. Les électrons forment un spot sur un écran E placé perpendiculairement à $(O; \vec{i})$ à la distance $D = 20cm$ du centre C du condensateur.
   (a) Quelle est la distance de ce spot au centre I de l'écran ?
   (b) Quelle est la vitesse des électrons à leur impact sur l'écran ?

Sujet 5

Chimie

Exercice 1

Le couple $CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$ a pour $k_a = 1{,}10.10^{-3}$ à 25°C.

1. On a prélevé dans un produit pur de commerce une masse m d'acide chloroéthanoïque pour préparer un litre de solution aqueuse S de cet acide. La mesure du pH de la solution preparée donne pH = 2,0 à 25°C.
   (a) Définir la constante d'un couple acide/base.
   (b) Recenser les différentes espèces chimiques présentes à l'équilibre dans S, puis calculer leurs concentrations molaires.
   (c) En déduire la concentration initiale d'acide et la masse m qui a été pesée pour préparer la solution S.
2. (a) Donner la définition du coefficient de dissociation ou d'ionisation α d'un acide.
   (b) Exprimer la constante d'acidité k_a en fonction de α.
   (c) Le CH_3COOH/CH_3COO^- a pour constante d'acidité $k_a = 1{,}70.10^{-5}$ à 25°C. En utilisant cette donnée, comparer la force des acides éthanoïque et chloroéthanoïque.
   (d) Quelle interprétation proposer ?

Exercice 2

1. Quelle est la formule générale d'un alcool dérivant d'un alcane à n atomes de carbone ?
2. L'analyse centésimale d'un alcool A donne les pourcentages en masse suivants : carbone 64,85% et hydrogène 13,51%
   (a) Déduire la formule brute de A. Est-il nécessaire pour établir la formule brute de A, de connaitre les deux pourcentages fournis ? Justifier votre réponse.
   (b) Donner les formules semi-développées et les noms de tous les alcools isomères.

Sujet 6

Chimie

Exercice 1

L'hydratation d'un alcène A donne un corps B renfermant 26,7% d'oxygène.

1. Quelle est la fonction chimique de B ?
2. Déterminer sa formule brute et écrire les différents isomètres possibles.
3. L'oxydation de B par dichromate de potassium en milieu acide donne un composé C. C réagit avec la DNPH mais est sans action sur le réactif de Schiff.
   (a) Donner la formule semi-développée de C et son nom
   (b) Écrire l'équation bilan de l'oxydation de B en C
4. Donner les formules semi-développées et les noms des A et B.

Exercice 2

Le couple $CH_2Cl-COOH/CH_2Cl-COO^-$ a pour $k_a = 1{,}1.10^{-3}$ à 25°C.

1. On a prélevé dans un produit pur de commerce une masse m d'acide $CH_2Cl-COOH$ pour préparer un litre de solution aqueuse de cet acide. La mesure du pH vaut 2 à 25°C.
   (a) Définir la constance d'acidité du couple acide/base
   (b) Calculer la concentration de différentes espèces en solution.
   (c) Déduire la concentration initiale et la masse m qui a été pesée pour préparer la solution
2. (a) Exprimer k_a en fonction de coefficient d'ionisation α
   (b) Le k_a du couple CH_3-COOH/CH_3-COO^- vaut $1{,}7.10^{-5}$. Comparer la force des acides éthanoïque et chloroéthanoïque. Quelle interprétation proposée ?

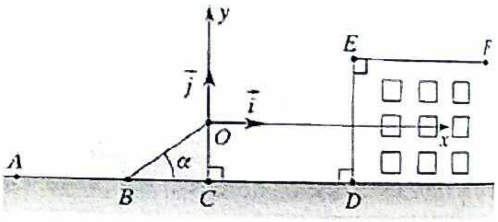
Physique

Exercice 1

Un cascadeur veut sauter avec sa voiture sur la terrasse horizontale EF (Cf schéma suivant) d'un immeuble. Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec l'horizontal ABCD et placé à la distance CD de l'immeuble (OC et DE sont des parois verticales). La masse du système (automobile – pilote) est égale à une tonne.

On étudiera le mouvement du centre d'inertie G de l'ensemble. Pour simplifier le problème, on considéra les frottements comme inexistants dans la phase aérienne et on admettra qu'à la date initiale le centre d'inertie G quitte le point O avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée.

Donnée : $\boldsymbol{g = 10m/s^2}$; $\mathbf{CD = 15}\boldsymbol{m}$; $\mathbf{DE = 10}\boldsymbol{m}$ et $\mathbf{OC = 8}\boldsymbol{m}$



4. Etablir, dans un repère $(0; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ (Cf schéma : $(0x)$ parallèle à CD), l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E.
5. (a) Calculer la vitesse initiale v_0 en m/s et km/h ainsi
   que l'angle α pour que le système arrive en E avec une vitesse $\overrightarrow{v_E}$ horizontal.
   (b) Calculer la vitesse v_E à l'arrivée de l'automobile en E.
6. En considérant qu'une fois l'automobile sur la terrasse, les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$ parallèle au déplacement et de valeur 500N.
   Calculer la valeur de la force de freinage $\overrightarrow{f'}$ qui permettra au véhicule de s'arrêter après un trajet $EF = L = 100m$

Exercice 2

Le circuit est formé d'une bobine d'inductance $L = 12{,}7mH$ et d'une condensation de capacité $C = 2{,}4\mu F$. On désigne par q la charge portée par l'armature positive A et i d'intensité de courant qui circule dans le circuit.

1. Établir l'équation différentielle du mouvement.
2. (a) Vérifier que la fonction sinusoïdale $q(t) = q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation.
   (b) Calculer la fréquence propre du circuit

3. (a) Exprimer $q = f(t)$ et $i = g(t)$ sachant qu'à $t = 0s$, $q_m = 37\ \mu C$
(b) Que dire de ces deux fonctions ?
(c) Quelle est l'intensité maximale de ce circuit.

Sujet 7

Chimie

Exercice 1

1. Un alcène présentant des stéréo-isomères A et A' conduit, par hydratation à un seul composé oxygéné B renferment 21% (en masse) d'oxygène.
   (a) Déterminer la formule brute de B et écrire toutes les formules semi-développées correspondant à cette formule brute et les nommer.
   (b) Une seule de ces formules répond aux diverses données de l'énoncé ; Laquelle ? Justifier.
   (c) Nommer les stéréo-isomères A et A'.
   (d) Quel autre alcène conduit, par hydratation, principalement au même composé B ?
2. Une solution (A) d'acide benzoïque de concentration molaire $C_a = 0{,}01 mol/l$ à un $pH = 3{,}1$.
   (a) L'acide benzoïque est-il un acide fort ou un acide faible ? Justifier.
   (b) Calculer la concentration de chaque espèce chimique présente dans la solution A.
   (c) En déduire le pK_a du couple $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$

Exercice 2

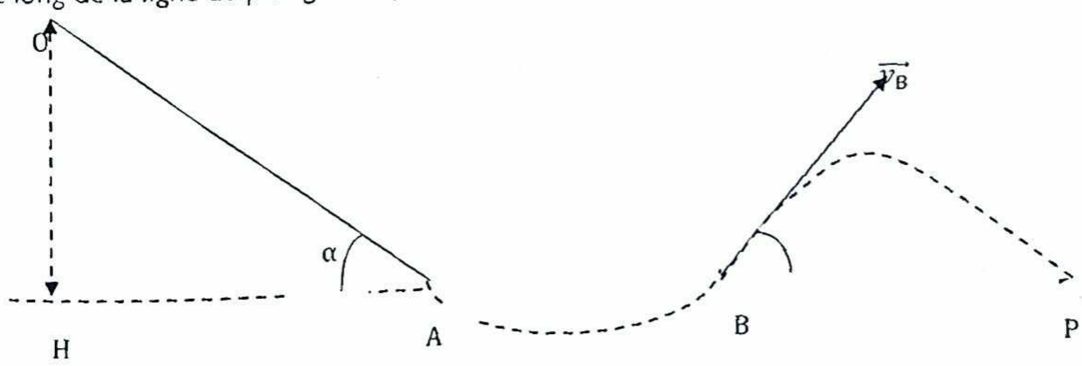
Un composé C a pour formule brute $C_5H_{10}O_2$. Il réagit avec l'eau pour donner un acide carboxylique A et un alcool B.

1. De quelle réaction s'agit-il ?
2. La molécule de B comporte trois atomes de carbone. Ecrire les formules semi-développées des isomères possibles de l'alcool B.
3. L'alcool B par oxydation ménagée donne un composé E. E donne un test positif avec la 2,4-DNPH mais pas avec la liqueur de Fehling.
   (a) Donner la fonction chimique de E, sa formule et son nom.
   (b) En déduire le nom et la formule semi-développée de B, A et C.
   (c) L'acide A réagi avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X. Donner la formule semi-développée et le nom de X.
4. Par action de X sur l'ammoniac, on obtient un composé D. Ecrire la formule semi-développée de D et donnez son nom.

Physique

Exercice 1

Dans l'exercice, les frottements sont négligés. Sur un plan incliné d'angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale, on lâche en un point O, sans vitesse, une bille ponctuelle de masse m. La bille glisse tout d'abord le long de la ligne de plus grande pente du plan.



1. Etablir la loi horaire du mouvement.
2. Calculer la vitesse de la bille en A tel que $L = OA = 2m$.
3. Le plan incliné se raccorde en A à une piste circulaire de rayon r disposé dans le plan vertical contenant la route OA. La piste s'arrête au point B situé au même axe que A. Déterminer la vitesse de la bille en B.

4. En B, le vecteur-vitesse est telle que la bille quitte la piste avant de retourner en P sur le plan horizontal contenant B.
   (a) Etablir les équations horaires du mouvement du mouvement de la bille.
   (b) Déterminer l'équation de la trajectoire.
5. Exprimer la portée du mouvement et la flèche de la trajectoire en fonction de L et α ; les calculer après avoir démontrer que $\beta = \alpha$. On donne $g = 9{,}8m.s^{-2}$

Exercice 2

Un condensateur de capacité $C = 100\mu F$, préalablement chargé sous une tension $U_0 = 12V$, est branché à l'instant $t = 0s$, aux bornes d'une bobine d'inductance $L = 10mH$ et de résistance négligeable.

1. Flécher les tensions aux bornes de deux dipôles.
2. (a) Exprimer en fonction de la charge q, les tensions aux bornes du condensateur et de la bobine.
   (b) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q au cours du temps.
3. Donner l'expression générale des solutions de l'équation différentielle dérivant de la charge q au cours du temps. Expliciter les différents termes de cette équation et préciser les unités S.I
4. Exprimer l'équation particulière donnant l'expression en fonction du temps :
   (a) De la tension aux bornes du condensateur ;
   (b) De l'intensité du courant.

Sujet 8

Chimie

Exercice 1

On dispose d'un alcool de formule générale $C_nH_{2n+2}O$

1. (a) Exprimer en fonction de n, le pourcentage en masse de carbone de ce composé.
   (b) L'analyse du composé a donné 64,68% en masse de carbone.
   - Déterminer la formule moléculaire brute du composé.
   - Ecrire les formules semi-développées des alcools correspondants.
2. Par oxydation ménagée d'un alcool secondaire A de formule brute $C_4H_{10}O$, on obtient un composé B.
   (a) Que signifie : "**Oxydation ménagée**" ?
   (b) Donner la formule semi-développée et le nom de B.
3. L'action du chlorure d'éthanoyle sur A donne un composé organique C.
   (a) Donner la formule semi-développée et la fonction chimique de C.
   (b) Deux autres composés réagissant chacun sur A, permettant d'obtenir le composé C.
   - Donner le nom et la formule semi-développée de ces composés.
   - Ecrire l'équation chimique de chacune de ces réactions.
   - Comparer les caractéristiques de ces deux réactions.

Exercice 2

Au cours d'une séance de **TP** au **Lycée-Collège La Médaille**, un groupe d'élève dose $10ml$ d'une solution d'un acide carboxylique de formule $C_xH_y - COOH$ de concentration inconnue C_a par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b égale à $8.10^{-2}mol/l$. Le volume d'hydroxyde de sodium versé pour obtenir l'équivalence acido-basique est $v_{bE} = 12{,}5ml$.

1. (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.
   (b) Déterminer la concentration C_a de la solution dosée.
2. La solution dosée est obtenue en dissolvant une masse $m = 1{,}83g$ d'acide carboxylique dans $v = 150ml$ d'eau.
   (a) Déterminer la masse molaire moléculaire de l'acide en admettant que $C_a = 0{,}1mol/l$.
   (b) En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide sachant qu'il contient 68,85% en masse de carbone.
3. Pour un volume de base versé $v_b = 9{,}5ml$, la mesure du pH du mélange donne 5,5.
   (a) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans ce mélange.

(b) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans le mélange.

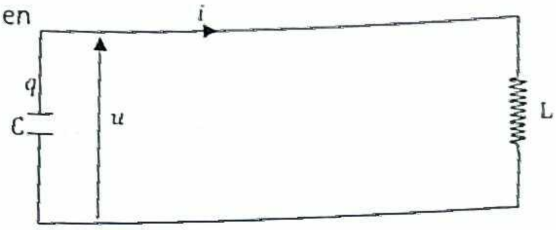
(c) En déduire la valeur du pk_a du couple acide/base.

Physique

Exercice 1

On réalise un circuit un circuit oscillant en associant comme indique la figure, un condensateur de capacité C et une bobine d'une d'inductance $L = 40mH$ et de résistance négligeable. Le circuit est le siège d'oscillation électrique de fréquence $f_0 = 800Hz$.

1. Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit et la valeur de la capacité C du condensateur.
2. Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité à l'instant $t = 0s$ est maximale et a pour valeur $I_m = 2A$. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ en fonction de temps.

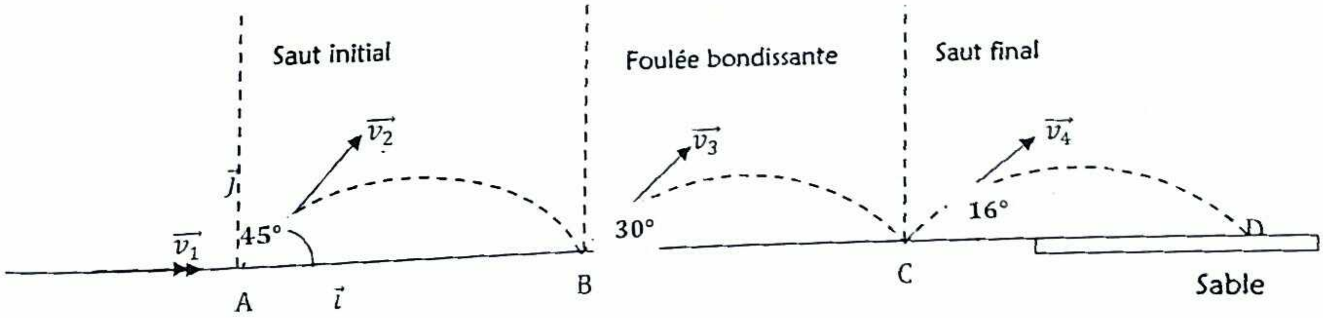


3. Exprimer la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de temps. A quelles dates la charge q est –elle pour la première fois :
   - Positive et maximale ?
   - Négative et minimale ?
4. Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle (s) forme(s) existe-t-elle ?
5. Calculer l'énergie électrostatique Ee et l'énergie magnétique Em aux instants $t' = 6{,}25.10^{-4}s$ et $t'' = 2.10^{-4}s$.

Exercice 2

Le triple saut est une discipline sportive appartenant à l'athlétisme, dont le nom donne une indication sur sa pratique. Les athlètes ont une course d'élan pour gagner de la vitesse et prennent leur impulsion avant une planche (située à $13m$, $11m$ ou $9m$ du sable). Ils enchainent trois sauts en ne touchant le sol qu'avec un sel pied ; on a dans l'ordre un « saut à cloche-pied ou saut initial », une « foulée bondissante » et un « saut final ». (Voir figure). On se propose d'étudier la performance de l'athlète sénégalaise **Kène Ndoye** effectuant le triple saut aux Jeux Olympiques de Pékin en 2008. Pour simplifier nous assimilons l'athlète à un corps ponctuel. Le sol est horizontal. On néglige les forces de frottement.

1. **La « course d'élan ».**
   Dans la course d'élan l'athlète, parti sans vitesse initiale, parcourt $32m$ pour arriver au point A de la ligne d'envol avec une vitesse horizontale $\overrightarrow{v_1}$ de norme $8m/s$. Le mouvement est supposé rectiligne uniformément varié pour cette phase. Evaluer l'accélération du mouvement et le temps mis par l'athlète sur ce parcours.



2. **Le « saut initial ».**
   Arrivée en A, l'athlète « s'envole » avec une vitesse $\overrightarrow{v_2}$ (de norme $v_2 = 9{,}13m/s$)faisant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. Dans cette phase le mouvement est rapporté à un repère $(A; \vec{i}; \vec{j})$ de plan vertical. L'origine des espaces est prise en A et l'origine du temps $t = 0s$ au début du saut.
   (a) Etablir les équations horaires du mouvement pendant cette phase. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile au cours du « saut initial ».
   (b) A l'issue du saut initial l'athlète touche le sol en B.

Calculer la distance AB. En déduire la durée de ce saut.

(c) Montrer que la valeur de la vitesse finale du « saut initial » est égale à $9{,}13m/s$.

3. **La « foulée bondissante »**

On suppose que la valeur de la vitesse $\vec{v_3}$, de la « foulée bondissante » est égale à celle de la vitesse finale du « saut initial ». Le vecteur-vitesse $\vec{v_3}$ fait un angle de $30°$ avec l'horizontale.

(a) Quelle est la nature de la trajectoire décrite par le mobile dans la foulée bondissante ?

(b) A l'issue de la « foulée bondissante » l'athlète touche le sol en un point C tel que $BC = 2m$. Calculer la durée de cette phase.

4. **Le « saut final »**

(a) L'athlète entame le « saut final » avec une vitesse $\vec{v_4}$ (de norme $9{,}13m/s$) faisant un angle $16°$avec l'horizontale. Calculer la distance totale parcourue par Kène Ndoye à l'issue du « triple saut », distance représentant la performance de l'athlète.

(b) Avec quelle vitesse aurait-elle dû s'élancer dans « le saut final » (l'angle gardant la même valeur) pour égaler le record olympique de $15{,}39m$ détenu par la camerounaise Françoise Mbango ? On donne $g = 9{,}8m.s^{-2}$

Sujet 9

Chimie

Exercice 1

Une solution de volume $100ml$ est préparée en dissolvant $12{,}2mg$ d'acide benzoïque C_6H_5COOH dans l'eau pure. Le coefficient d'ionisation α de l'acide benzoïque pour la solution étudiée est égal à 0,22.

1. Calculer la concentration molaire de cette solution.
2. Le k_a du couple acide benzoïque/ion benzoate est $6{,}30.10^{-5}$
   (a) Calculer les concentrations molaires des espèces C_6H_5COOH et $C_6H_5COO^-$ présentes dans cette solution.
   (b) En déduire le pH de la solution
3. A la solution précédente d'acide benzoïque, on ajoute une masse m' d'hydroxyde de sodium pour obtenir une solution de pH égale à 4,2. L'ajout de l'hydroxyde de sodium se fait sans variation notable de volume.
   (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu lors de l'ajout de l'hydroxyde de sodium.
   (b) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.
   (c) Déterminer la valeur de m'

Exercice 2

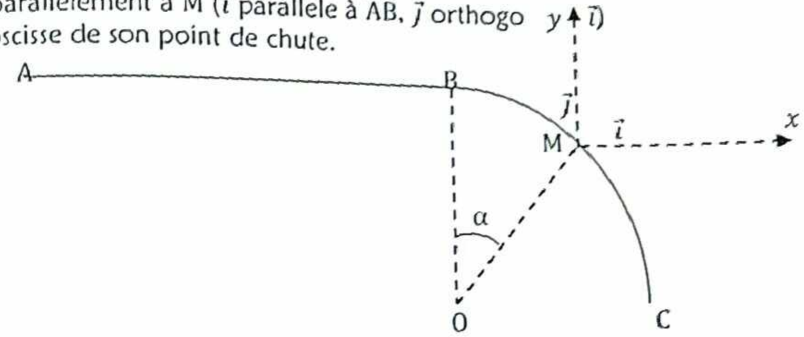
1. On dispose d'un corps A de formule C_4H_8O dont la chaine carbonée est linéaire. Il donne un précipité jaune avec la DNPH et réagit avec le nitrate d'argent ammoniacal. Quelle est la formule semi-développée de A ? Quel est son nom ?
2. L'oxydation catalytique de A par le dioxygène produit un B. Quelle est sa formule semi-développée ? Quel est son nom ?
3. B réagit avec un alcool C pour donner un corps D de masse molaire $M = 116g/mol$ et de l'eau.
   (a) Ecrire l'équation bilan de cette réaction.
   (b) Quels sont les noms et les formules semi-développées de C et D ?
4. On fait agir B sur le penta chlorure de phosphate (PCl_5) ou sur le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) ; on obtient un dérivé E. Quelle est sa formule semi-développée ? Quelle est son nom ?

Physique

Exercice 1

Un point matériel de masse $m = 0{,}30kg$ glisse sans frottement sur une piste formée de deux parties (voir schéma). AB est une partie rectiligne et horizontale. En B commence une portion de piste circulaire de rayon $r = BO = OC$ de centre O, tangente en B à AB, d'ouverture $\theta = \widehat{BOC} = \frac{\pi}{2} rad$. OC est horizontal et contenu dans le plan du sol. Toute la trajectoire est dans le plan vertical. Le point matériel glisse avec une vitesse constante sur AB.

4. Exprimer la vitesse du point matériel en M en fonction de l'angle $\alpha = \widehat{BOM}$, de la vitesse V_B au point B, de g et de r
5. (a) Quelle est l'expression de l'intensité de la réaction F exercée par la portion de la piste sur le point matériel au point M en fonction de α ? On donne $V_B = 2m/s$ et $r = 2m$
(b) Pour quelle valeur de α_0 de α le point matériel quitte-t-il la piste ? Soit M_0 le point correspondant.
(c) Quelle est la vitesse en ce point M_0 ?
6. (a) Déterminer dans le repère $(M_0; \vec{i}; \vec{j})$ la nature de la trajectoire du point materiel après son passage en M_0 parallèlement à M ($\vec{i}$ parallele à $\overrightarrow{AB}$, $\vec{j}$ orthogo
(b) Calculer l'abscisse de son point de chute.



Exercice 2
Un dipôle AB est constitué d'un résistor (ou conducteur ohmique) de résistance $R = 400\Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 200mH$ et de résistance $r = 10\Omega$, associés en série. On applique entre A et B une tension sinusoïdale alternative $u(t) = 80\cos(100\pi t)$

1. (a) Calculer la valeur maximale I_m de l'intensité efficace I du courant dans la bobine.
(b) Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le dipôle AB ainsi que les expressions des tensions instantanées aux bornes du résistor et de la bobine.
2. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle AB
3. On ajoute maintenant dans le circuit un condensateur de capacité C, dissipé en série avec la résistance et la bobine. On constate alors que la tension et le courant sont en phase.
(a) Quel est le phénomène observé ? En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
(b) Calculer dans ces conditions l'intensité efficace du courant dans le circuit.

Sujet 10

Chimie

Exercice 1
On prépare $45cm^3$ de solution aqueuse en dissolvant $9,0.10^{-3}mol$ de méthylamine dans de l'eau. Le pH de la solution est égale à **12,0**.

1. Ecrire l'équation traduisant la réaction de la méthylamine avec l'eau.
2. Calculer les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques en solution.
3. Calculer le coefficient d'ionisation de la méthylamine dans l'eau. En déduire que la méthylamine est une base faible.
4. Calculer la constante d'acidité k_a et le pk_a du couple ion méthylammonium / méthylamine.
5. En prenant la valeur du k_a trouvé à la question **4.**, quel volume v_A de la solution de chlorure méthylammonoium de concentration C_A faut – il ajouter à un volume v_B de la solution de méthylamine de concentration C_B pour obtenir un volume $v = 500cm^3$ de solution de $\mathbf{pH} =$ 9,8 ?
On donne $\mathbf{C_A = 2,00.10^{-2}}\boldsymbol{mol/l}$ et $\mathbf{C_B = 1,00.10^{-2}}\boldsymbol{mol/l}$.

Exercice 2

Sujet 11

Chimie

Exercice 1

1. On réalise un mélange d'une solution A d'acide formique et d'une solution B de méthanoate de sodium. On donne $v_A = 50cm^3$; $C_A = 10^{-2}mol/l$; $v_B = 25cm^3$ et $C_B = 5.10^{-2}mol/l$
   (a) La solution obtenue a un pH égal à 4,2. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution.
   (b) Calculer le pk_a du couple acide formique / ion formiate.
2. On veut préparer une solution tampon à $pH = 3{,}8$
   (a) Soit en utilisant la solution A et B précédentes. Calculer les volumes v'_A et v'_B des solutions A et B à mélanger pour obtenir $300cm^3$ de la solution tampon.
   (b) Soit en utilisant la solution A et une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_S = 10^{-2}mol/l$. Calculer les volumes v''_A et v_S d'hydroxyde de sodium à mélanger pour obtenir $300cm^3$ de la solution tampon.

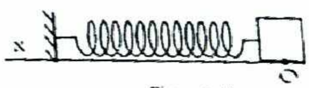
Exercice 2

5. Une solution S_A d'acide nitrique a un $pH = 5{;}9$. L'acide nitrique est un acide fort.
   (c) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans les solutions puis calculer leurs concentrations molaires.
   (d) On prélève $10cm^3$ de cette solution S_A et on y ajoute $90cm^3$ d'eau. Calculer la nouvelle valeur du pH.
6. On prélève une solution S_B en dissolvant une masse m d'hydroxyde de calcium ($C_a(OH)_2$) dans $500cm^3$ d'eau pure.
   (c) La concentration de la solution S_B ainsi préparée est $C_B = 4.10^{-6}mol/l$. Calculer la masse d'hydroxyde de calcium utilisée pour préparer S_B.
   (d) Quels volumes V_A de S_A et V_B de S_B faut-il utiliser pour préparer une solution de volume totale $V_T = 120cm^3$ et de $pH = 7$?

Physique

Exercice 1

Une tige rigide A_x est fixée en A à un support vertical. Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur $k = 12N/m$ est enfilé en A au même support. L'autre extrémité du ressort est liée à un solide S, de masse $m = 10g$. Le solide S et le ressort peuvent coulisser sans frottement le long de la tige A_x. Le ressort n'étant ni comprimé ni étiré, le centre d'inertie G du solide se trouve en O, position que l'on prendra pour origine des abscisses. L'axe des abscisses A_x est orienté positivement de la gauche vers la droite comme l'indique la figure ci-dessous.
On écarte le solide S de sa position d'équilibre. L'abscisse de son centre d'inertie est alors en $x_0 = 2{,}0cm$.
A la date $t = 0s$, on le lance vers A avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ dont la norme est v_0
Déterminer la vitesse de S au passage par la position d'équilibre.



1. Quelle est l'amplitude du mouvement des oscillations ?
2. Etablir l'équation différentielle du mouvement de G. En déduire l'équation horaire du mouvement en prenant pour origine des dates celle précisée plus haut.
3. Exprimer, à la date t, l'énergie cinétique $E_C(t)$ et l'énergie potentielle élastique $E_{Pe}(t)$ de S lié au ressort.
   NB : On considère que l'énergie potentielle pour la position d'équilibre du système est nulle.
4. On pose $E = E_C(t) + E_{Pe}(t)$. Montrer que E est constant et calculer sa valeur. Que représente E pour le système ?

Exercice 2

Un circuit comprend en série : un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C. Une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U = 150V$ et fréquence réglable est appliquées aux bornes du circuit.

1. Pour une valeur f_1 de la fréquence f, les tensions efficaces aux bornes des appareils sont telles que :
   $U_L = U_C = 3U_R$. Déterminer :
   (a) Les valeurs de U_R, U_L et U_C ;

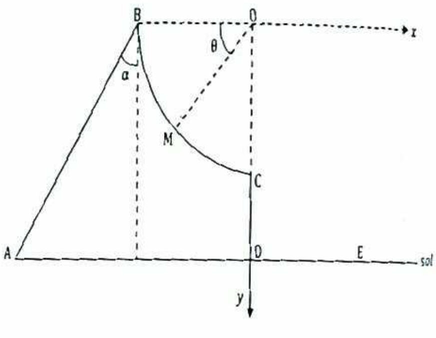
1. La combustion complète de $3,6g$ d'un composé organique B de formule brute C_xH_yO donne de l'eau et un volume $v = 4,8l$ de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de ce composé est de 2,48.
   (a) Donner l'équation de cette combustion.
   (b) Quels sont les valeurs de x et de y.
   (c) Quelle est la formule brute du composé ?
2. Quelques expériences réalisées avec le composé B ont permis d'établir sa structure. Si on verse quelques gouttes de la substance B dans un tube à éssai contenant de la DNPH, on obtient un précipité jaune. Quelles sont les formules semi – développées que l'on peut envisager pour le liquide B ? Indiquer également les noms des produits correspondant à chaque formule.
3. Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B ; à quelle famille de produits organique B appartient – il ? Indiquer le (ou les) nom(s) que l'on peut retenir.
4. Le corps B est en fait l'isomère à chaine linéaire. Indiquer la formule semi – développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B, avec la solution de dichromate de potassium. Ecrire l'équation de la réaction permettant d'obtenir le composé C.
5. Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un alcool A. Préciser son nom, sa classe et sa formule semi – développée.

Physique

Exercice 1

Une piste ABCD est formée d'une partie AB rectiligne qui fait un angle α avec la verticale, une partie BC ayant la forme d'un arc de cercle de centre O et de rayon r, et enfin une partie CO verticale (voir figure). Données $\alpha = 60°$, $g = 10m.s^{-2}$, $BO = CO = r = 1m$, $OD = 2m$. Un solide S de masse $m = 200g$ est lancé de A vers B avec une vitesse v_A.

1. Déterminer la nature du mouvement de A à B. Les frottements sont assimilables à une force $f = \frac{mg}{4}$ (les frottements n'existent qu'entre A et B seulement).
2. Calculer la vitesse minimale avec laquelle il faut lancer le Solide S au point A pour qu'il arrive en B avec un vitesse nulle.
3. Le solide S descend de B vers C sans vitesse initiale.
   (c) Donner l'expression de sa vitesse en M en fonction de g, r et $\theta = \widehat{(\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OM})} = 30°$
   (d) Trouver l'expression de la réaction en M de la piste en fonction de g, m et θ. La calculer.



4. Donner les caractéristiques de la vitesse du solide S en C.
5. Le solide S quitte la piste à $t = 0s$ en C et arrive au sol au point E.
   (a) Donner l'équation de la trajectoire du solide dans le repère $(0; \vec{i}; \vec{j})$
   (b) Déterminer les coordonnées du point de chute E.

Exercice 2

3. On branche un voltmètre aux bornes d'une source de courant alternatif. Il indique 220V. la fréquence du courant est $50H_Z$. Quelle est la valeur maximale de la tension de la source ?
4. On dispose en série, aux bornes de la source précédente, une résistance pure r, une bobine B de résistance R et de coefficient d'induction L et un ampèremètre. Celui-ci indique alors 3,5A ; un voltmètre branché aux bornes de la seule résistance r indique $U_r = 140V$ et aux bornes de la bobine B, $U_B = 120,8V$.
   (e) Déterminer les impédances Z_r de la résistance, Z_B de la bobine et Z de l'ensemble.
   (f) Calculer les valeurs de r, R et L.
   (g) Déterminer le déphasage entre la tension aux bornes de la source et l'intensité du courant.
5. Ecrire l'expression de l'intensité du courant en prenant comme origine des temps l'instant où la tension est maximum.

(b) L'intensité efficace I dans le circuit ;
(c) Le déphasage φ entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité.

2. La tension appliquée gardant la valeur efficace U = 150V, on règle la fréquence à la valeur $f_2 = 2f_1$
Déterminer :
(a) L'intensité efficace I' ;
(b) Le déphasage φ entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité ;
(c) La tension efficace existant entre les bornes de chaque appareil.

Sujet 12

Physique

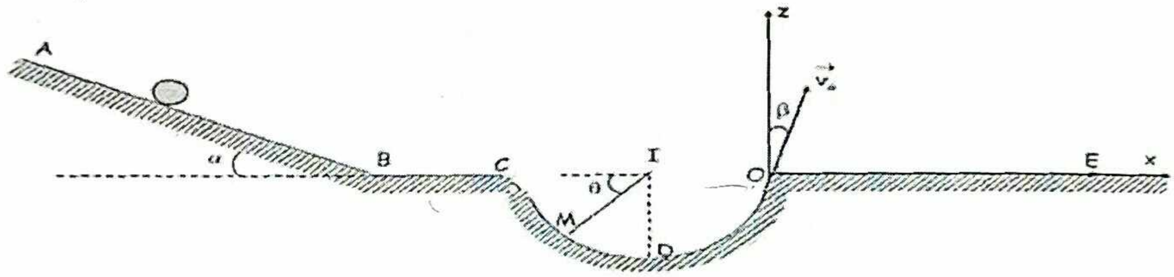
Exercice 1

Un dipôle (RLC) série est constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R = 50\Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 45mH$ et de résistance $r = 10\Omega$ et d'un condensateur de capacité : $C = 10\mu F$.On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace $U = 6V$ et de fréquence $N = 100Hz$.
On demande :

1. Le schéma du dipôle ;
2. L'impédance Z du circuit ;
3. L'intensité efficace du courant ;
4. La tension efficace aux bornes de chaque composant ;
5. La phase de la tension, par rapport à l'intensité et la nature du circuit ;
6. Les expressions instantanées de la tension $u(t)$ et de l'intensité $i(t)$;
7. La capacité C' à utiliser au cas où la pulsation du réseau serait égale à la pulsation de coupure.

Exercice 2

Une bille ponctuelle de masse m est abandonnée sans vitesse initiale en A. elle glisse alors sur une piste ABCDOE représentée ci-dessous :



On donne : $m = 100g$; $g = 9,8\ m/s^2$; $\alpha = 25°$; $f = 0,2N$; $AB = L = 2m$; $r = 20cm$; $BC = L' = 1m$.

4. Lors du parcours ABC, la bille est soumise à des frottements représentés par une force unique $\vec{f}$ opposé au vecteur vitesse et de valeur f.
(e) Déterminer l'accélération a_1 de la bille au cours de son mouvement sur le trajet AB.
(f) Calculer sa vitesse V_B à son arrivée au point B.
(g) Calculer son accélération a_2 au cours du déplacement BC.
(h) Exprimer sa vitesse V_C à son arrivée en C en fonction de g, α, L, f, L' et m. Faire l'application numérique.
5. Lors du parcours CDO, les frottements sont supposés négligeables.
(c) Établir l'expression de la vitesse de la bille au point M en fonction de g, V_C, θ et r.
(d) En déduire sa vitesse aux points D et O.
6. La bille quitte le point O situé au même niveau que C avec le vecteur vitesse $\vec{V}_0$, faisant un angle $\beta = 20°$ avec la verticale passant par ce point. On donne $V_0 = 2,13$ m/s.
(d) Établir, dans le repère indiqué sur la figure, l'équation cartésienne de la trajectoire de la bille.

(e) Déterminer les coordonnées du point de chute E de la bille.

(f) La bille arrive au point E avec une vitesse $\vec{V}_E$. Donner les caractéristiques (norme et direction)

Chimie

Exercice 1

L'acidité du citron est due essentiellement à l'acide citrique de formule $C_5H_7O_5COOH$ que l'on notera AH. Sa base conjuguée de formule $C_5H_7O_5COO^-$ est notée A^-. A 25°C, le pk_A du couple AH/A^- vaut 3,13.

1. On prélève $100ml$ de jus de citron que l'on verse dans une fiole jaugée. On complète le volume à $1l$. Le pH de la solution obtenue, notée S vaut **2,6** à 25°C.
   (a) Ecrire l'équation-bilan de la dissolution de l'acide citrique AH dans l'eau.
   (b) Calculer :
   - Les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution S. En déduire la concentration C_S de la solution S.
   - La concentration molaire initiale C_0 de l'acide citrique dans le jus de citron initial.
2. On dose $v = 10cm^3$ du jus de citron dilué (solution S) par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-2}mol/l$.
   (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
   (b) Calculer le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence acido-basique.
   (c) A l'équivalence acido-basique, le mélange est-il neutre, acide ou neutre ? Justifier votre réponse.

Exercice 2

Les élèves de la terminale S du Complexe **SCOLAIRE LA MEDAILLE**, disposent dans le laboratoire de chimie d'un corps A ne contenant ni cycle, ni liaison multiple entre les atomes de carbone. Ce composé organique a pour formule brute C_xH_yO. Sous le contrôle de leur professeur Mr **RANDA D. B**, ils doivent déterminer la formule brute de A, sa formule semi-développée, sa nature exacte et calculer le volume de solution oxydante permettant d'obtenir une masse donnée de A.

1. La combustion complète de $m_A = 1g$ de A donne $m_1 = 2{,}45g$ de dioxyde de carbone et de $m_2 = 1g$ d'eau.
   (a) Exprimer la masse molaire moléculaire M_A de A en fonction de x et y.
   (b) Ecrire l'équation – bilan de la réaction de combustion complète dans le dioxygène.
   (c) Montrer que la formule brute de A est C_4H_8O.
2. Afin de déterminer la nature du corps A, on réalise les tests suivants :
   - A + DNPH →Précipité jaune ;
   - A +Liqueur de Fehling → précipité rouge brique.

   En déduire la fonction chimique de corps A et écrire son groupe fonctionnel.
3. A est le produit de l'oxydation ménagée d'un corps C. Le composé C est obtenu en très faible quantité, à côté d'un corps D majoritaire, lors de l'hydratation d'un alcène B à chaine carbonée ramifiée, contenant quatre (4) atomes de carbone.
   (a) Donner la formule semi – développée et le nom B.
   (b) Ecrire l'équation – bilan de la réaction d'hydratation de B conduisant à C.
   (c) Donner les formules semi – développées et les noms des composés C et D.
   (d) Ecrire l'équation – bilan de l'équation de l'oxydation ménagée de C en A à l'aide de l'ion permanganate.
4. Déterminer le volume v_0 de solution de permanganate de potassium de concentration $C_0 = 0{,}5mol/l$ qu'il faut utiliser pour obtenir $1g$ de A.

Sujet 13

Chimie

Exercice 1

Toutes les solutions sont à 25°C. On considere deux solutions S_1 et S_2 de meme concentration C.
S_1 est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de $pH = 11,9$
S_2 est une solution aqueuse de sulfate d'ammonium de $pH = 5,5$

1. Cacluler la concentration molaire volumique C.
2. Le sulfate d'ammonium est un solide ionique de formule $(NH_4)_2SO_4$ qui en solution aqueuse subit une dispersion totale suivant l'équation : $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow SO_4^{2-} + 2NH_4^+$
   (a) Justifier brièvement la nature acide de la solution S_2.
   (b) Quels sont les espèces chimiques présentes dans la solution ? Calculer leurs concentrations.
   (c) Montrer que le pk_a du couple $\left(\frac{NH_4^+}{NH_3}\right)$ est 9,2 ;
3. On prépare un mélange M des solutions S_1 et S_2. Le pH du mélange M est de 9,2
   (a) Calculer les volumes v_1 et v_2 qu'il faut prélever pour réaliser un mélange M de volume $v = 200cm^3$;
   (b) Comment appelle-t-on la solution obtenue ? Donner ses propriétés.

Exercice 2

Un alcène a pour formule C_4H_8
Quels sont les isomères possibles ? Donner leur formule semi-développée et leur nom ?
On hydrate l'un de ces isomères A et on obtient deux alcools B et C de classes différentes. On sépare ces deux alcools et on les soumet à une oxydation ménagée sans excès d'un oxydant. Seul B s'oxyde et donne un composé B' qui réagit positivement avec la D.N.P.H et à la liqueur de Fehling. Identifier B, C et B'
3On fait réagir B avec un monoacide carboxylique D a chaine saturée non ramifiée de masse molaire $88g/mol$
(a)Quel est le composé organique E obtenu ?
(b)Ecrire l'équation bilan de la réaction.
4On fait réagir D avec le pentachlorure de phosphore ou chlorure de thionyle. Quel est le composé F obtenu ?
5F Réagit avec B. Qu'obtient-on ? Quelles comparaisons peut-on faire avec la réaction du 3ᵉ question ?

Physique

Exercice 1

Soit un condensateur de capacité $C_1 = 6,28\mu F$

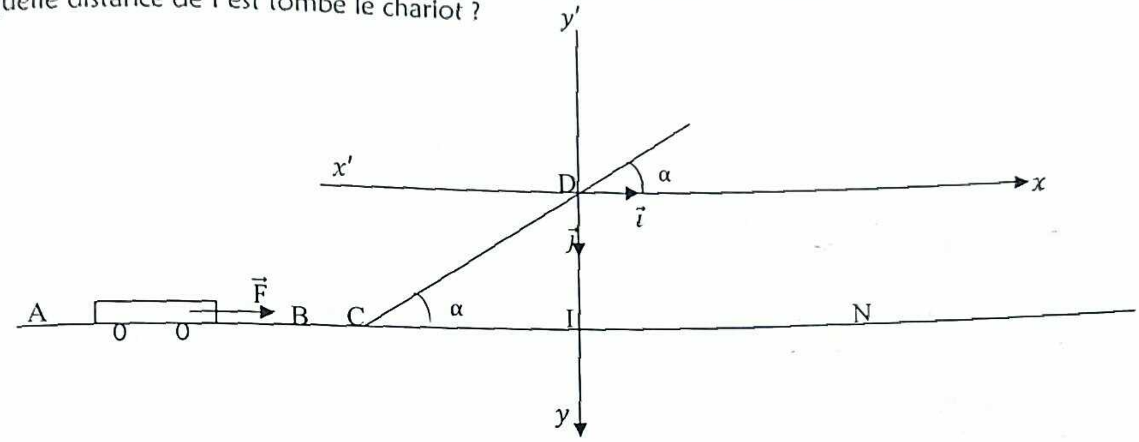
1. Donner l'expression de la charge q prise par ses armatures quand on établit entre elle une tension constante U_0. Calculer q pour $U_0 = 50V$.
2. Le condensateur étant chargé, on isole ses armatures et on le décharge dans une bobine d'inductance $L_1 = 0,318H$ et de résistance négligeable.
   (a) Etablir l'équation différentielle des oscillations électriques qui apparaissent dans le circuit et calculer leur fréquence.
   (b) En déduire les expressions de la charge $q(t)$ et de l'intensité instantanée $i(t)$
   (c) Montrer que l'énergie électromagnétique du circuit est constante.
3. Entre deux bornes M et N on monte en série une résistance pure $R_1 = 300\Omega$, le condensateur de capacité C_1 et la bobine d'inductance L_1. On maintient entre M et N une difference de potentiel sinusoidale de valeur efficace $U = 220V$ et de fréquence $N = 50Hz$
   (a) Construire le diagramme de Fresnel représentant les valeurs instantanées des tensions aux bornes de chaque dipôle.
   (b) Le circuit est-il capacitif ou inductif ?
   (c) Calculer l'impédance Z_1 du circuit et l'intensité efficace I_1 du courant qui traverse le circuit.
   (d) Déterminer le déphasage φ_1 existant entre l'intensité I_1 et la tension u aux bornes du circuit.
   (e) En déduire les expressions $u = h(t)$ et $i = k(t)$

Exercice 2

Un chariot de masse m, considéré comme ponctuel, peut glisser sans frottement sur deux rails. Ces rails sont horizontaux entre A et C, puis inclinés d'un angle α par rapport à l'horizontale entre C et D. La force $\vec{F}$ s'exerce uniquement sur la longueur $d = AB$

Données : $m = 10kg$; $g = 10m/s^2$; $F = 800N$; $\alpha = 30°$; $AB = d = 50cm$; $CD = 30cm$

1. Déterminer la vitesse du chariot en B
2. Montrer que la vitesse du chariot en C est égale à celle en B
3. (a) Déterminer la nature du mouvement du chariot entre C et D
   (b) Avec quelle vitesse le chariot arrive-t-il en D ?
4. Arrivée en D, le chariot continue sa course dans le vide et tombe au sol au point N
   (a) Etablir l'équation de la trajectoire du mouvement du chariot dans le repère $(D ; \vec{i} ; \vec{j})$
   (b) Déterminer la hauteur maximale par rapport au sol, atteinte par le chariot
   (c) A quelle distance de I est tombé le chariot ?



Sujet 14

Chimie

Exercice 1

1. L'hydratation d'un alcène ramifié A donne un mélange de deux composés organiques B et C.
   (a) L'action d'une solution de dichromate de potassium acidifiée sur le composé B ne donne rien. Donner la fonction chimique et le groupe fonctionnel de B.
   (b) L'action de la même solution de dichromate de potassium sur C donne un composé C_1 qui rosit le réactif de Schiff, puis un composé C_2 qui est un acide carboxylique. Donner la fonction chimique et le groupe fonctionnel des composés C_1 et C_2.
2. La densité en phase gazeuse de A par rapport à l'air est $d = 2{,}4$.
   Montrer que la formule brute du composé est C_5H_{10}.
3. Donner la formule semi-développée et le nom des composés A, C_1 et C_2.
4. On fait agir C_2 sur de l'éthanol en présence d'acide sulfurique.
   (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
   (b) Donner les caractéristiques de la réaction.

Exercice 2

On prépare une solution A en versant dans un récipient $9{,}2g$ d'acide formique et la quantité d'eau distillée nécessaire pour que le volume total de la solution soit égal à 2 litres. Le pH de A est égal à 2,4.

1. Ecrire l'équation d'ionisation de l'acide formique dans l'eau.
2. (a) Montrer que la concentration molaire de la solution A vaut $C_A = 0{,}1mol/l$.
   (b) L'acide formique est-il un acide fort ou acide faible ? Justifier la réponse.
3. On dispose d'une solution B de soude de concentration molaire $C_B = 0{,}1mol/l$.

Calculer le volume v_B de la solution B qu'il faut ajouter à $v_A = 0,5$ litre de la solution A pour arriver à l'équivalence acido-basique.

4. On prépare une solution C en versant dans $v_1 = 50cm^3$ de la solution A un volume $v_2 = 25cm^3$ de la solution B. Le pH de C est égal à 3,8. Calculer :
   (a) Les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans la solution C.
   (b) Le pk_a de l'acide formique.
   (c) Quelles sont les propriétés de ce mélange ?

Physique

Exercice 2

On considère le circuit électrique fermé comprenant un condensateur AB de capacité C et une bobine d'inductance L=40mH et de résistance négligeable.

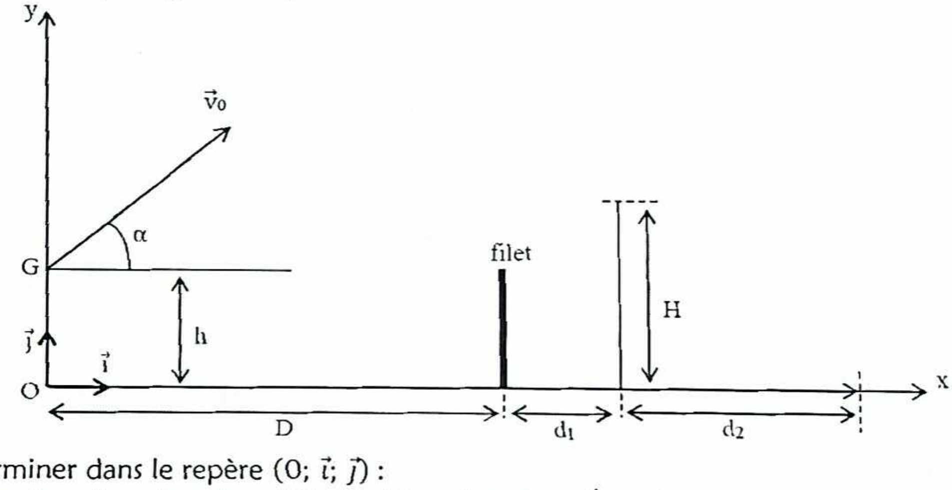
La tension aux bornes du condensateur a pour expression $U_{AB} = 2\cos(5000t)$ (U_{AB} en V et t en s).

1. Donner l'amplitude de la tension bornes du condensateur et la pulsation propre.
2. Calculer la capacité C du condensateur.
3. Etablir successivement les expressions de la charge q(t) portée par l'armature A du condensateur et de l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit.
4. Démontrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit est constante. Calculer sa valeur numérique. En déduire la valeur de la tension U_{AB} au moment ou l'intensité du courant vaut $i = 8mA$.
5. Que devient ces oscillants, si la résistance de la bobine n'est pas négligeable.

Exercice 2

Au cours d'une compétition de tennis, deux joueurs A et B s'affrontent. Le joueurs A, voyant son adversaire avancer, décide de lober. Le centre d'inertie G du ballon de masse m est situé à une hauteur $h = 0,5m$ du sol et le filet à une distance $D = 12m$ du point D. Le joueur A frappe le ballon avec sa raquette à la date $t = 0s$. Celle-ci part avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle $\alpha = 60°$ avec l'horizontal.

On donne $v_0 = 14m/s$ et $g = 9,8m/s^2$.



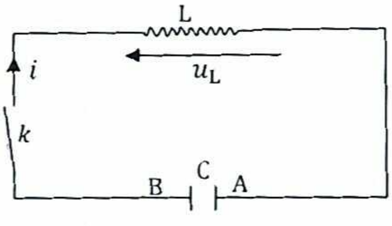
1. Déterminer dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$:
   (a) Les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ en fonction de g ; h ; t ; v_0 et α.
   (b) L'équation cartésienne de la trajectoire
2. Le joueur B se trouvant à une distance $d_1 = 2m$ derrière le filet tenter d'arrêter la balle en levant verticalement sa raquette à une hauteur $H = 3m$. Monter que le joueur B ne peut pas intercepter la balle.
3. La balle tombe au point C situé sur l'axe Ox. Calculer la distance OC.
4. La distance séparant le joueur B et la ligne de fond est $d_2 = 10m$.
   (a) La balle tombe-t-elle dans la surface du jeu ?
   (b) Déterminer :
      - La vitesse avec laquelle la balle arrive en C.
      - Le temps mis par la balle pour atteindre C.

1. On suppose que le solide reste accroché au ressort lorsqu'on lache le système.
   (a) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du solide.
   (b) Détermination de la solution de l'équation différentielle.
      (i) Montrer que $x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle précédente
      (ii) Calculer ω_0 ; φ et x_m et écrire l'expression de x
   (c) Montrer que l'énergie mécanique est constante puis calculer sa valeur
2. En réalité, arrivé en O, le solide est propulsé avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$. Il parcourt la distance OA, puis l'arc de cercle $\widehat{AC}$ et quitte la piste en C avec une vitesse $\overrightarrow{v_C}$ qui fait avec l'horizontale, un angle θ.
   (a) Calculer la valeur v_0 de la vitesse $\overrightarrow{v_0}$.
   (b) Montrer que $v_A = 6m/s$
   (c) Calculer la vitesse v_C du solide en C.
   (d) On prendra $v_C = 2{,}7m/s$.
      (i) Dans le repère $(0; x; y)$, établir les équations horaires du mouvement du solide.
      (ii) En déduire l'équation de la trajectoire.
      (iii) Déterminer les coordonnées du point d'impact P

Exercice 2

Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_0. A un instant pris comme origine des dates, on ferme l'interrupteur k et on suit l'évolution de la charge $q(t)$ partée par l'armature A du condensateur. La résistance interne de la bobine est négligée.

1. Exprimer les tensions $u_C(t)$ et $u_L(t)$ en fonction de $q(t)$, L et C. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $q(t)$
2. (a) Montrer que la fonction $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ est une solution de l'équation différentielle, en exprimant T_0 et Q_m. A quoi correspondent ces deux grandeurs ?
   (b) Calculer T_0 et Q_m pour $U_0 = 10V$; $C = 2{,}0\mu F$ et $L = 20mH$
3. (a) Quelle est la valeur de l'intensité du courant pour $t = 0$?
   (b) Donner l'expression littérale de l'intensité du courant pour $t \geq 0$. Exprimer puis calculer la valeur maximale de l'intensité I_{max}
   (c) Comment serait modifiée l'amplitude de l'intensité si la résistance interne de la bobine n'était plus négligée ?



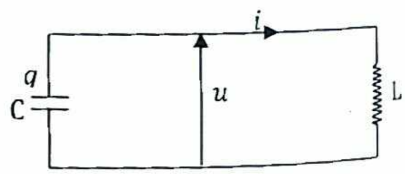
Sujet 16

Physique

Exercice 1

Dans le montage de la figure ci-dessous ;
La charge q évolue, en fonction du temps t(en s) selon la loi : $\boldsymbol{q(t) = 10^{-4}\cos(2000t)}$

1. Rappeler l'équation différentielle qui permet de déterminer la charge $q(t)$ de la charge du condensateur
2. A l'instant $t = 0s$, la tension u entre les armatures est égale à $\boldsymbol{u_0 = 100V}$. En déduire la capacité C du condensateur et celle de l'inductance de la bobine.
3. Donner en unité SI, l'expression de l'intensité i du courant dans la bobine en fonction du temps t.
4. En déduire l'expression de la tension instantanée $u_B(t)$ aux bornes
de la bobines en fonction du temps.



Sujet 15

Chimie

Exercice 1

1. On mélange $20cm^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $0,1mol/l$ et $30cm^3$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration $2.10^{-2}mol/l$.
   (a) Calculer le pH du mélange. Ce mélange est-il acide, basique ou neutre ?
   (b) Calculer les concentrations de toutes les espèces chimiques en solution.
2. On mélange $40cm^3$ d'une solution d'acide acétique de concentration molaire $0,1mol/l$ et $20cm^3$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $0,1mol/l$. Le pH du melange obtenu est de 4,8.
   (a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.
   (b) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.
   (c) Calculer les concentrations molaires des diverses espèces présente dans le mélange.
   (d) En déduire le pk_a du couple acide acétique / ion acétate. Ce résultat est-il prévisible ? Justifier la réponse.

Exercice 2

On considère un alcool saturé, a chaine linéaire, de formule semi-développée $R-CH_2-OH$. On transforme complètement une masse m_A de A en son acide carboxylique B et on fait deux parts de masses égales.

1. (a) On fait réagir sur B un dérivé chloré (chlorure de thionyle ($SOCl_2$)). Soit C le composé organique obtenu.
   Donner la formule semi-développée de A. A quelle famille chimique appartient C ?
   (b) Par action d'une solution concentré d'ammoniac sur C, on obtient entre autres un composé organique D. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction et préciser la fonction chimique de D.
   (c) La détermination expérimentale de la masse molaire de D donne $M_D = 59g/mol$. En déduire la formule semi-développée de D et le nommer.
2. On fait réagir sur la deuxième part de B, une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration $C_1 = 1mol/l$ en présence d'un indicateur coloré approprié. Il faut verser $v = 20cm^3$ de la solution d'hydroxyde de sodium pour observer le virage de l'indicateur, à l'équivalence.
   (a) Ecrire l'équation bilan de cette réaction.
   (b) Calculer le nombre de moles de l'acide B qui a réagi à l'équivalence. En déduire le nombre de moles de A qui a été oxydé en B.
   (c) Sachant que $m_A = 1,84g$, donner la formule semi-développée de A et le nommer.

Physique

Exercice 1

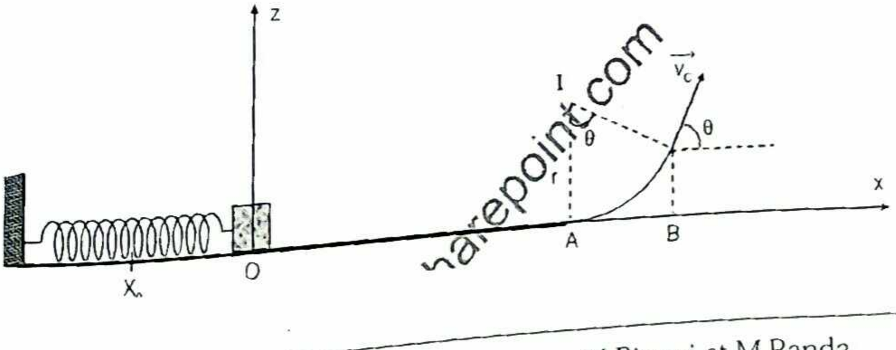
Une piste de lancement est composée :

- D'une partion rectiligne $OB = d$ sur laquelle est disposé un lanceur ;
- D'un arc de cercle $\widehat{AC}$ de rayon r et d'angle au sommet α.

Le lanceur est un ressort à spires non jointives de raideur k au bout duquel on place un solide de masse m.

Données : $m = 100g$; $d = 15m$; $r = 5m$; $k = 360N/m$; $\theta = 45°$; $x_0 = 10cm$ et $g = 9,8m/s^2$

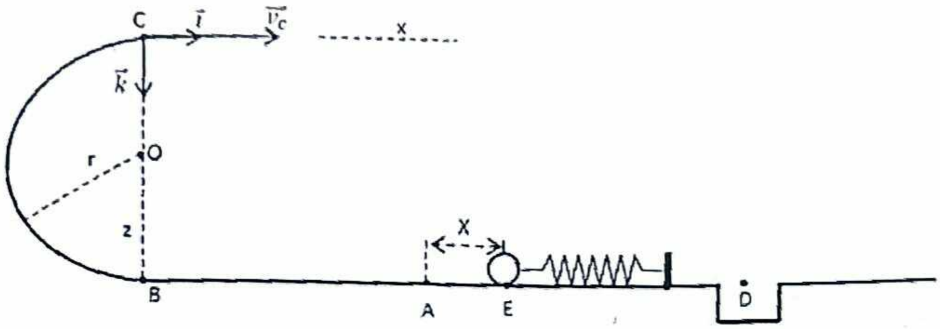
Dans tout l'exercice, on prendra le point O comme origine des espaces et on négligera les frottements. A l'équilibre, lecentre d'inertie G_0 solide est en O. On comprime le ressort de x_0 et on le lache sans vitesse initiale.



5. Exprimer en utilisant les unités SI, l'énergie électrostatique E_e et de l'énergie magnétique E_m en fonction du temps. Que peut-on dire de la somme $E_e + E_m$?
6. Donner la représentation graphique des variations de E_e et E_m en fonction du temps.

Exercice 2

Un jeu de kermesse consiste à loger une balle dans un réceptacle D en la lançant à l'aide d'un ressort horizontal, de constante de raideur $k = 125 N/m$. Au repos, l'une des extrémités du ressort est reliée à un support fixe ; l'autre extrémité est en contact avec la balle au point A. On comprime le ressort d'une longueur X, puis on lâche l'ensemble sans vitesse initiale. Le trajet est une piste ABC située dans le plan vertical et comportant deux parties :



- La portion AB est horizontale, de longueur $l = 0,9m$;
- La partie BC est circulaire, de centre O et de rayon $r = 30cm$.

Les forces de frottements existent sur toute la piste ABC et sont équivalentes à une force unique opposée au déplacement et d'intensité $f = 0,2N$. La balle sera assimilable à un point matériel de masse $m = 100g$. On prendra $g = 10N/kg$.

1. Donner la direction et le sens de la vitesse $\vec{v_C}$ au point C.
2. (a) Etablir, dans le repère $(C; \vec{i}; \vec{k})$, les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de la balle après son passage en C.
   (b) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire de la balle.
   (c) Etablir, en fonction de l, L = AD, g et r l'expression de la norme de $\vec{v_C}$ pour que la balle retombe en D. Faire l'application numérique. On donne $L = AD = 1m$.
   (d) Etablir, en fonction de m, r, g et v_C, l'expression de l'intensité de la réaction $\vec{R_C}$ de la piste sur la balle en C en utilisant le théorème du centre d'inertie. Faire l'application numérique en prenant $v_C = 5,48m/s$.
3. Etablir, en fonction de v_C, f, r, m et g, l'expression de la norme v_B de la vitesse en B, en appliquant le théorème de l'énergie cinétique. Faire l'application numérique.
4. Etablir, en fonction de v_B, f, l et m, l'expression de la vitesse v_A nécessaire, au point A, pour réussir le jeu (Balle en D). Faire l'application numérique.
5. Déterminer la compression X du ressort pour que, la balle, lancée à partir de A arrive en D. L'énergie potentielle de pesanteur est nulle sur le plan horizontal contenant les points D, A et B. On précise que les frottements sont nuls entre les points E et A.

Chimie

Exercice 1

L'acidité du citron est due essentiellement à l'acide citrique de formule $C_5H_7O_5COOH$ que l'on notera AH. Sa base conjuguée de formule $C_5H_7O_5COO^-$ est notée A^-. A 25°C, le pk_A du couple AH/A^- vaut 3,13.

1. On prélève $100ml$ de jus de citron que l'on verse dans une fiole jaugée. On complète le volume à $1l$. Le pH de la solution obtenue, notée S vaut $2,6$ à 25°C.
   Ecrire l'équation-bilan de la dissolution de l'acide citrique AH dans l'eau.

2. Calculer :
   - Les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution S. En déduire la concentration C_S de la solution S.
   - La concentration molaire initiale C_0 de l'acide citrique dans le jus de citron initial.
3. On dose $v = 10cm^3$ du jus de citron dilué (solution S) par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-2}mol/l$.
   (a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
   (b) Calculer le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence acido-basique.
   (c) A l'équivalence acido-basique, le mélange est-il neutre, acide ou basique ? Justifier votre réponse.

Exercice 2

Les élèves de la terminale S du Complexe **SCOLAIRE LA MEDAILLE**, disposent dans le laboratoire de chimie d'un corps A ne contenant ni cycle, ni liaison multiple entre les atomes de carbone. Ce composé organique a pour formule brute C_xH_yO. Sous le contrôle de leur professeur Mr **RANDA D. B**, ils doivent déterminer la formule brute de A, sa formule semi-développée, sa nature exacte et calculer le volume de solution oxydante permettant d'obtenir une masse donnée de A.

2. La combustion complète de $m_A = 1g$ de A donne $m_1 = 2{,}45g$ de dioxyde de carbone et de $m_2 = 1g$ d'eau.
   (a) Exprimer la masse molaire moléculaire M_A de A en fonction de x et y.
   (b) Ecrire l'équation – bilan de la réaction de combustion complète dans le dioxygène.
   (c) Montrer que la formule brute de A est C_4H_8O.
3. Afin de déterminer la nature du corps A, on réalise les tests suivants :
   - A + DNPH →Précipité jaune ;
   - A +Liqueur de Fehling → précipité rouge brique.

   En déduire la fonction chimique de corps A et écrire son groupe fonctionnel.
4. A est le produit de l'oxydation ménagée d'un corps C. Le composé C est obtenu en très faible quantité, à côté d'un corps D majoritaire, lors de l'hydratation d'un alcène B à chaine carbonée ramifiée, contenant quatre (4) atomes de carbone.
   (a) Donner la formule semi – développée et le nom B.
   (b) Ecrire l'équation – bilan de la réaction d'hydratation de B conduisant à C.
   (c) Donner les formules semi – développées et les noms des composés C et D.
   (d) Ecrire l'équation – bilan de l'équation de l'oxydation ménagée de C en A à l'aide de l'ion permanganate.
4. Déterminer le volume v_0 de solution de permanganate de potassium de concentration $C_0 = 0{,}5mol/l$ qu'il faut utiliser pour obtenir $1g$ de A.

Sujet 17

Chimie

Exercice 1

Pour obtenir une solution A d'acide monochloroéthanoïque ($CH_2ClCOOH$), on dissout $1{,}80g$ de cet acide dans la quantité d'eau nécessaire pour avoir $2l$ de solution aqueuse.

1. Quelle est la concentration C de cette solution ?
2. La mesure du pH de cette solution a 25°C donne 2,5
   (a) L'acide monochloroéthanoïque est-il un acide fort ou faible ?
   (b) Ecrire l'équation bilan de cet acide avec l'eau.
   (c) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes en solution.
   (d) En déduire le coefficient de dissociation de l'acide ainsi que le pk_a du couple Acide/Base considéré.
3. On verse progressivement dans $10ml$ de la solution A une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 10^{-1}mol/l$.
   (a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu entre les solutions A et B.
   (b) Quel volume v_B de la solution B doit on versé pour obtenir l'équivalence acido-basique ?

(c) En déduire le volume de la solution B versé à la demi-équivalence ; quel est pour ce volume la valeur du pH du mélange.

Exercice 2

1. Un alcène subit une hydratation en milieu acide. On obtient deux alcools B et B' (B est majoritaire). Ces deux alcools sont isolés et on cherche à les identifier. B et B' sont mis en présence d'un oxydant. B n'est pas oxydé alors que B' s'oxyde en un composé D qui réagit avec la liqueur Fehling.
   (a) Préciser la classe des deux alcools B et B'.
   (b) Sachant que la densité de vapeur de l'alcène A est $d = 2{,}414$. Déterminer sa formule brute, sa formule semi-développée et son nom.
   (c) Donner les formules semi-développées et noms de B, B' et D
2. L'action de B sur un corps C donne un composé organique E. La formule brute de E est sous la forme $C_xH_yO_z$. La combustion complète de $m_E = 2{,}6g$ de E est $M_E = 130g/mol$
   (a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de combustion de E.
   (b) En utilisant cette équation, déterminer la formule brute de E.
   (c) Identifier le corps E et C.
3. On fait réagir C sur le $SOCl_2$ et on obtient un corps organique F
   (a) Ecrire l'équation bilan de la réaction et identifier F.
   (b) Comparer les actions de C et F sur B.

Physique

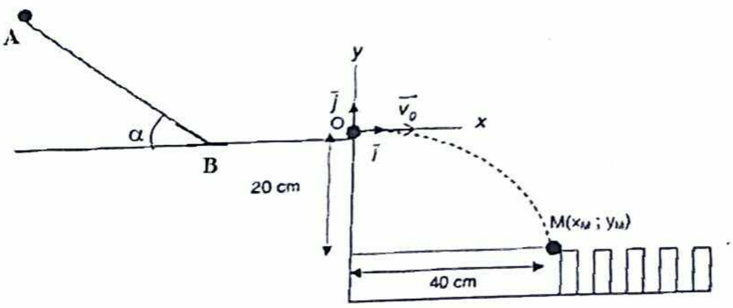
Exercice 1

Un jeu d'enfant consiste à faire tomber les « dominos » les uns après les autres. On prepare le départ de la bille pour un dominos-cascade ». La bille est lachée sans vitesse initiale d'un point A situé en haut d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 40°$; très rugueux, sur lequel la bille glisse avec frottement. Ensuite, la bille glisse entre les points B et O : sur cette portion on considérera que les forces de frottements n'ont pas changé.

Enfin elle doit quitter le plan BO pour atterir sur le premier domino au point M ; ce qui déclenche la chute en cascade est situé à une distance $d_1 = 40cm$ du point O et à une hauteur $h = 20cm$ en dessous de O.

On suppose dans l'ensemble de l'exercice que :

- Le referentiel terrestre est galiléen le temps de l'expression ;
- La bille est assimilée à un point materiel et qu'elle glisse sans rouler ;
- Les forces de frottements sur tout le parcours AO sont équivalentes à une force unique, paralleles au déplac
- Les fortte
On prenc m



1. Mouvement de la bille entre A et B
   (a) Precier sur un schéma les forces qui s'exercent sur la bille entre A et B.
   (b) Etablir l'expression de l'accélréation a_1 de la bille en fonction de α et g
   (c) Calculer la valeur de cette accélération.
2. Mouvement sur le troncon BO
   (a) Etablis l'expression de l'accélération a_2 de la bille en fonction de g puis calculer sa valeur
   (b) Etablir l'expression de la vitesse v_B en B en fonction de g, d et v_0 (vitesse de la bille en 0)
3. Mouvement de la bille après O
   (a) Déterminer, dans le repère $(O; x; y)$, les équations horaires du mouvement de la bille.
   (b) Etablir l'équation cartésienne de sa trajectoire en exprimant y en fonction de v_0, x et g

(c) Etablir en fonction de g, h et d_1, l'expression de v_0 pour que la bille touche le premier domino au point M

(d) Calculer v_0 et v_H

(e) Déduire, par application du théorème de l'énergie cinétique, la vitesse v_M de la bille au point M

Exercice 2

Un circuit RLC est composé d'un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$, d'une bobine de résistance nulle et d'inductance $L = 0{,}1H$ et d'un condensateur de capacité $C = 8\mu F$ montés en série. On alimente par une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 12V$ et de fréquence N réglable.

1. Pour $N = 200Hz$, calculer :
   (a) L'impédance du circuit ;
   (b) La valeur de l'intensité efficace I du courant ;
   (c) La phase de la tension u par rapport à l'intensité i. Laquelle de ces deux grandeurs est en avance sur l'autre.
   (d) Si i se met sous la forme $i(t) = I_m \cos(\omega t)$, exprimer numériquement i et u en fonction du temps t.
2. On règle la fréquence pour que le circuit soit dans les conditions de résonance d'intensité.
   (a) Quelle est la fréquence N_0 correspondant ?
   (b) Quelle est la tension efficace aux bornes de la bobine ?
   (c) On remplace la bobine précédente par une bobine d'inductance $L = 0{,}1H$ et de résistance $r = 50\Omega$, la fréquence étant N_0, la tension efficace restant 12V
      (a) Tracer le diagramme de Fresnel des impédances.
      (b) En déduire la phase φ' de la tension u_B aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité i' du courant
      (c) Si $i'(t) = I'_m \cos(\omega t)$, exprimer numériquement i', u_B et u' (tension aux bornes du circuit) en fonction du temps t.

Sujet 18

Chimie

Exercice 1

On considère une solution aqueuse decimolaire S_A d'acide monochloroéthanoïque de $pH = 2$ à 25°C

1. Quelle masse d'acide pur a-t-on dissous pour obtenir un litre de solution S_A ?
2. (a) Ecrire l'équation d'ionisation de l'acide monochloroéthanoïque.
   (b) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S_A ?
3. En déduire les valeurs de k_A et de pk_A
4. On donne pour le couple CH_3COOH/CH_3COO^- : $pk_A = 4{,}8$. Quel est l'acide le plus fort ?
5. On dose $10cm^3$ de solution S_A par une solution S_B contenant $5g$ de soude par litre.
   (a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.
   (b) Définir l'équivalence.
   (c) Calculer le volume de la solution S_B versé à l'équivalence.

Exercice 2

La vapeur d'un composé organique A a pour densité par rapport à l'air $d = 2{,}07$. Ce corps est constitué en pourcentage 60% de carbone ; 13,3% d'hydrogène et 26,7% d'oxygène.

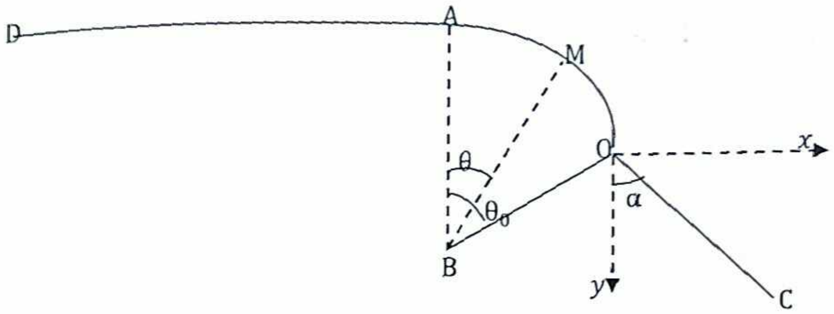
1. Trouver la formule brute de A.
2. Quels en sont les isomères et les noms de chacun d'eux ?
3. L'oxydation ménagée de A donne un composé B n'ayant pas de propriétés réductrices. Déterminer A et B et nommer B.
4. On réalise un mélange de A et d'acide éthanoïque auquel on ajoute deux (2) gouttes d'acide sulfurique. La masse de mélange est de $20g$. Il est placé dans une enceinte ou règne une température constante de 100°C
   (a) Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui a lieu et préciser les caractères.
   (b) Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Nommer le composé organique obtenu

Physique

Exercice 1

Un skieur, de masse m, glisse sur une piste horizontale DA à vitesse constante. En A, commence une portion de piste circulaire de rayon $r = BA$ (B est à la verticale de A). Les frottements sont négligés et on admet que le skieur est assimilable à un point matériel dont la trajectoire suite la forme de la piste (voir figure ci-dessous).

1. Etablir l'expression littérale de la vitesse du skieur au point M en fonction de l'angle $\theta = \widehat{ABM}$, de l'intensité de pesanteur g, du rayon r et de la vitesse V_A.
2. Etablir l'expression littérale de la réaction que la piste exerce sur le skieur au point M en fonction de θ, m, r, g et V_A.
3. Montrer que le skieur quitte la piste circulaire en un point O pour lequel il est demandé le calcul de l'angle θ (noté θ_0). Données : $V_A = 10m/s$; $BA = r = 20m$; $g = 10N/kg$
4. Au même point O commence une troisième portion de piste rectiligne faisant un angle $\alpha = 45°$ avec la verticale.
   (a) Dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$, donner l'équation de la trajectoire de M.
   (b) Déterminer la distance OC correspondant au point de rencontre du skieur avec la piste de réception.



Exercice 2

1. Un condensateur ohmique de résistance 2000Ω est branché aux bornes du générateur imposant a ses bornes une tension sinusoïdale d'amplitude $u_m = 311V$ et de fréquence 50Hz. Quelle est l'intensité efficace du courant dans le circuit ?
2. Quelle est la capacité du condensateur qui, branché aux bornes du générateur précédent, possède la même impédance que celle du conducteur ohmique ?
3. On associe en série les trois dipôles précédents : générateur, condensateur et conducteur ohmique. Calculer :
   (a) L'impédance du circuit ;
   (b) L'intensité efficace du courant ;
   (c) La phase de la tension par rapport au courant.

Sujet 19

Chimie

Exercice 1

On considère trois solutions :

- S_1 est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_1 = 5.10^{-2}mol/l$
- S_2 est une solution d'acide formique de concentration molaire $C_2 = 10^{-1}mol/l$
- S_3 est une solution de méthanoate de sodium de concentration $C_3 = 5.10^{-2}mol/l$

1. Le pH de la solution S_1 est égal à 12,7 ; montrer que la valeur de C_1 que l'on peut en déduire est en accord avec celle indiquée ci-dessus.
2. A $40cm^3$ de la solution S_3 on ajoute $10cm^3$ de solution S_2 ; on obtient une solution dont le pH est égal à 4,1

11. Exprimer en utilisant les unités SI, l'énergie électrostatique E_e et de l'énergie magnétique E_m en fonction du temps. Que peut-on dire de la somme $E_e + E_m$?
12. Donner la représentation graphique des variations de E_e et E_m en fonction du temps

Sujet 20

Chimie

Exercice 1

On donne les masses atomiques en g/mol des éléments chimiques suivants : $M(H) = 1; M(C_a) = 40$ et $M(O)=16$. Toutes les solutions sont à 25°C.

1. Une solution aqueuse peut être caractérisée par le rapport : $x = \frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$
   (a) Exprimer x en fonction du pH de la solution et de la constante pK_e de l'eau.
   (b) Donner les valeurs limites de x sachant que le pH est compris entre 1 et 13.
   (c) Le pH d'une solution S_0 d'acide chlorhydrique est égal à 3,7.
   Calculer la valeur de x pour cette solution et sa concentration C_0
2. Le dihydroxyde de calcium $C_a(OH)_2$ est une dibase forte.
   c. Calcule les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans une solution aqueuse S_1 de dihydroxyde de calcium sachant que pour cette solution $x = 10^{-10}$
   d. Calcule la concentration molaire C_1 de S_1 et la masse de dihydroxyde de calcium à dissoudre pour obtenir $1{,}5l$ de la solution S_1.
3. On dilue 1000 fois la solution S_0 et on obtient une solution S_2. Calcule :
   d. La concentration C_2 de S_2.
   e. Les concentrations des espèces chimiques présentes dans S_2.
   f. Le pH de la solution S_2.

Exercice 2

1. On dissout 3g d'acide éthanoïque dans l'eau pure pour obtenir $1l$ de solution S_1 dont le pH est 3,05
   (a) Calculer la concentration molaire volumique C_1 de S_1
   (b) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution
   (c) Déterminer la valeur de la constante pK_a
2. Une solution S_2 d'éthanoate de sodium, de concentration $C_2 = 10^{-1}mol/l$ a un pH = 8,9
   (a) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans S_2
   (b) Vérifier la valeur du pK_a trouvée dans 1.(c).
3. A $10cm^3$ de S_1, on ajoute $V_b(cm^3)$ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0{,}1mol/l$. La solution S_3 ainsi obtenue a un pH égal au pK_a du couple acide éthanoïque / ion éthanoate
   (a) Calculer V_b
   (b) Déterminer la concentration molaire volumique en acide éthanoïque et en ion éthanoate dans le mélange
   (c) Quelle est la particularité de la solution S_3 ?

Physique

Exercice 1

Un sportif dans son véhicule, démarre sans vitesse en un point D un mouvement sur une route rectiligne et horizontale (voir figure ci-dessous). La masse totale (sportif et véhicule) est de 90kg.

1. La phase de démarrage, considérée comme une translation rectiligne, a lieu sur un parcours du point D et E d'une longueur de 50m. Au point E, la vitesse la valeur de 5m/s. pendant cette phase, la vitesse est proportionnelle au temps compté à partir de l'instant de démarrage.
   (a) Quelle est la nature du mouvement sur le parcours DE ? Justifier. Vérifier que l'accélération du mouvement sur ce parcours est 0,25m/s² puis établir l'équation horaire du mouvement.
   (b) Calculer la durée de la phase du démarrage.
   (c) En admettant que le mouvement est dû à la résultante d'une force motrice constante parallèle du mouvement et d'une force de frottement constante de norme égale au quart de la force de motrice, de sens contraire au mouvement. Calculer la valeur de la force de frottement.

(a) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques contenues dans la solution finale.
(b) En déduire la valeur du constante pk_a du couple acide méthanoïque / ion méthanoate

3. A $40cm^3$ de la solution S_1, on ajoute progressivement un volume v de la solution S_2. Pour $v = v_e$, on atteint l'équivalence acido-basique.
   (a) Ecrire l'équation de la réaction entre les solutions S_1 et S_2
   (b) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.
   (c) Que représente l'équivalence acido-basique ?
   (d) En déduire la valeur de v_e

Exercice 2

Des analyses ont été effectuées sur un composé organique liquide A afin de déterminer sa formule brute.

- Une première analyse montre que cette substance ne contient que les éléments carbones, hydrogènes et oxygènes
- Une seconde analyse montre que sa formule brute est C_xH_yO
- Une troisième analyse montre que $1{,}44g$ de composé renferme $0{,}32g$ d'oxygène ;
- Une quatrième analyse montre que le composé renferme en masse $11{,}1\%$ d'hydrogène.

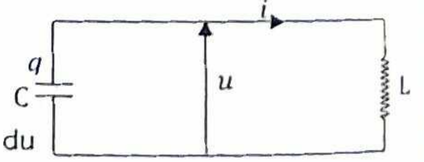
1. Déterminer d'après les analyses la masse molaire de ce composé et sa formule brute.
2. (a) Le composé A donne un précipité jaune orangé avec la D.N.P.H. Quelles sont les formules semi-développées envisageables pour A ? Préciser leur nom.
   (b) Le composé A ne réagit pas avec la liqueur de Fehling, ni avec le réactif de Tollens. A quelle famille le produit A appartient-il ? En déduire la formule semi-développée envisageable en 2e question (a)
3. A provient de l'oxydation ménagée d'un alcool. Préciser la classe de B, son nom et sa formule semi-développée.

Physique

Exercice 1

On considère un point matériel A, de masse $m = 100g$, suspendu à un point fixe O par un fil inextensible de masse négligeable de longueur $l = 1m$

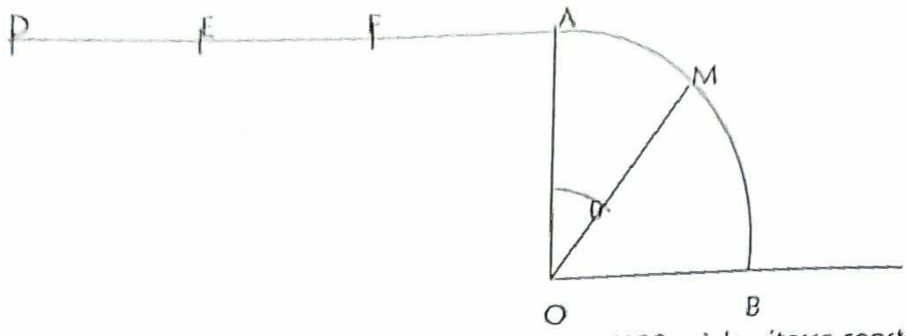
1. Cet ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe (Δ) vertical passant par O. Le point matériel A décrit alors un cercle dans un plan horizontal et la direction fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'axe (Δ)
   (a) Quelle est la vitesse angulaire ω de rotation de l'ensemble ?
   (b) Quelle est la tension du fil ?
   (c) A partir de quelle vitesse angulaire ω_{min} la bille A se décolle-t-elle de l'axe ?
   (d) Pour quelle valeur de ω, l'angle α est égal à 90° ?
2. Le fil suspendu est remplacé par un ressort à spires non jointives de longueur à vide $l_0 = 20cm$, de coefficient de raideur $k = 49N/m$. Le point A décrit un cercle dans le plan horizontal, l'axe du ressort étant incliné sur la verticale d'un angle β
   (a) Calculer la longueur du ressort lors de ce mouvement
   (b) En déduire l'angle β



Exercice 2

Dans le montage de la figure ci-contre ; la charge q évolue, en fonction du temps t(en s)selon la loi : $q(t) = 10^{-4}\cos(2000t)$

7. Rappeler l'équation différentielle qui permet de déterminer la charge $q(t)$ de la charge du condensateur
8. A l'instant $t = 0s$, la tension u entre les armatures est égale à $u_0 = 100V$. En déduire la capacité C du condensateur et celle de l'inductance de la bobine.
9. Donner en unité SI, l'expression de l'intensité i du courant dans la bobine en fonction du temps t.
10. En déduire l'expression de la tension instantanée $u_B(t)$ aux bornes de la bobine en fonction du temps.



2. A partir du point E, le véhicule parcours la distance EF=1100m à la vitesse constante de 5m/s. à partir au point F, le sport supprime la force motrice : le véhicule roule alors en roue libre et les frottements ont une valeur constante égale à 7,5N sur le parcours FA. Le véhicule parcourt la distance FA et arrive Au point A avec une vitesse nulle.
   (a) Déterminer la distance FA.
   (b) Calculer la durée totale du parcours du point D au point A.
3. Le véhicule aborde en A, sans vitesse initiale. Une piste AB, parfaitement polie, de forme circulaire et plan vertical. Sa position M est repérée par l'angle $\theta=(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM})$.
   (a) Exprimer en fonction de m ; g ; et θ, La réaction du plan au point M.
   (b) Déterminer la valeur de θ_1 de l'angle $\theta_1=(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM})$ quand le véhicule quitte la piste.
   (c) Montrer que le véhicule quitte la quand son accélération est égale à l'accélération de la pesanteur.

Exercice 2

Entre deux points A et B, on applique une tension $u(t) = U_m \sin(100\pi t)$

1. Un résistor de 100Ω branché entre A et B est traversé par une intensité de 1,2A. Calculer U_m
2. Une bobine pure placée seule entre A et B laisse passer la même intensité.
   (a) Calculer l'inductance de la bobine.
   (b) Exprimer l'intensité $i(t)$ dans la bobine.
3. On monte entre A et B un condensateur de capacité C= 10mF et le résistor en plus de la bobine.
   (a) Calculer l'intensité efficace du courant.
   (b) Calculer la différence de potentielle aux bornes de chaque appareil.
   (c) Construire le diagramme des tensions.
4. Calculer la puissance consommée par chaque portion du circuit.

Sujet 21

Chimie

Exercice 1

On dispose des solutions suivantes, prises à 25°C :

- S_1 : solution de chlorure d'hydrogène de concentration $C_1 = 0{,}1 mol/l$ et de volume $V_1 = 50ml$;
- S_2 : solution de méthylamine de concentration $C_2 = 2.10^{-3} mol/l$, de volume V_2 inconnu, et pour couple $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$, $pK_a = 10{,}72$
- S_3 : solution d'hydroxyde de sodium : pH=11,2 et de volume $V_3 = 200ml$;
- S_4 : solution d'hydroxyde de potassium : pH=12 et de volume $V_4 = 400ml$;
- S_5 : solution d'acide benzoïque de concentration $C_5 = 10^{-2} mol/l$ et de volume $V_5 = 1l$

1. On réalise les mélanges suivants dans trois béchers différents ; $S_1 + S_2$, $S_1 + S_3$ et S_5 + eau distillée. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit dans chaque bécher
2. On désire que le mélange $S_1 + S_2$ soit une solution tampon. Déterminer le volume V_2 de S_2 et le pH du mélange.
3. (a) Calculer les concentrations C_3 et C_4 des solutions S_3 et S_4.

(b) On mélange S_3 et S_4. Calculer le pH de ce mélange.

4. On désire préparer la solution S_5 d'acide benzoique. Quel volume d'acide pure faut-il prélever et compléter avec l'eau distillée pour obtenir S_5 ? On donne ρ(de l'acide benzoique) $= 2155,5 kg.m^{-3}$.

Exercice 2

On désigne par A un mono alcool à chaine non cyclique, ne renfermant ni liaison double, ni liaison triple carbone-carbone

1. (a) Donner la formule générale de cet alcool en fonction de n d'atomes de carbone qu'il renferme

   (b) Ecrire l'équation de sa combustion complète dans le dioxygène de l'air

2. La combustion d'un échantillon de A en présence de dioxygène donne $3,52 g$ de dioxyde de carbone et $1,8 g$ d'eau.

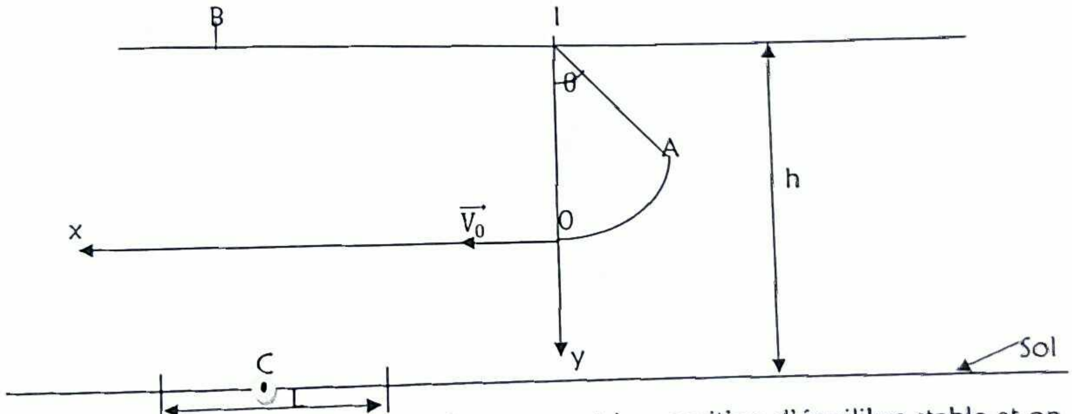
   (a) Quelle est la formule brute de A ? Quelles sont les formules semi-développées possibles ? Nommez-les

   (b) Pour identifier entièrement A, on le soumet à l'action du dichromate de potassium en milieu acide. Le produit B obtenu réagit avec la D.N.P.H en donnant un précipité jaune orangé, mais sans effet sur le réactif de Tollens. En déduire la formule semi-développée de B ainsi que celle de A

Physique

Exercice 1

Dans tout l'exercice, on néglige l'action de l'air sur la bille. Un pendule est constitué d'une bille supposé ponctuelle, de masse m, suspendu à un fil de masse négligeable, de longueur l et dont l'autre extrémité est attaché en I, situé à une distance h au-dessus du sol. On donne $g = 10 N/kg$; $l = 25 cm$; $L = 0,8 m$; $h = 1,5 m$



1. On écarte le pendule d'un angle $\theta = 60°$ par rapport à sa position d'équilibre stable et on l'abandonne depuis au point A sans vitesse.
   (a) Représenter les forces qui s'exercent sur la bille au point A.
   (b) Déterminer la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de la bille à l'instant ou elle passe par sa position d'équilibre.
2. La bille est désormais lancée à la position A avec une vitesse $\overrightarrow{V_A}$. Quel doit être la valeur minimale de cette vitesse pour que le pendule puisse atteint la position horizontale au point B ?
3. A l' instant où la bille, lâchée en A sans vitesse, passe par sa position d'équilibre avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de valeur V_0, le fil se détache et le bille poursuit son mouvement sur une trajectoire parabolique dans un repère $(Ox ; Oy)$ de plan vertical d'origine O.
   (a) Etablir les équations horaires du mouvement de la bille dans le repère $(Ox; Oy)$.
   (b) La bille tombe en un point C centre d'un point réceptacle d'épaisseur négligeable.

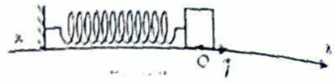
(i) Trouver l'expression du temps de vol t_1 mis par la bille pour atteindre le point C en fonction de h et g. Faire l'application.

(j) En déduire l'expression de l'abscisse x_C de la bille au point C en fonction de V_0, h et g. Faire l'AN

(k) La bille se détache maintenant du fil au point O avec une vitesse $\overrightarrow{V_0'}$, et tombe à une distance $d = \frac{L}{2}$ au déla du point C. le réceptacle à une longueur L. Calculer la valeur de V_0'.

Exercice 2

Un ressort de suspension de voiture de raideur K et à spires non jointives est fixé avec une extrémité sur un banc d'essai. Un solide (S) de masse m fixé à l'autre extrémité du ressort peut glisser sans frottement sur une tige rigide horizontale $x'x$. L'abscisse de centre d'inertie G de (S) est repérée par rapport à la position O de G au repos. On écarte (S) de sa position d'équilibre et on lâche, sans vitesse initiale, à l'instant $t = 0s$. Son abscisse est alors $x = x_m$. On donne K=80hN/m ; $m = 200kg$ et $x_m = 50mm$



1. Faire le bilan des forces appliquées au solide (S) et les représenter
2. Etablir l'équation différentielle du mouvement.
3. En déduire l'équation horaire du mouvement de (S)
4. Calculer la période pour les mêmes données numériques
5. Montrer que l'énergie mécanique de l'oscillation est constante et peut se mettre sous la forme $E_m = \frac{1}{2} m\omega_0^2 x_m^2$ où x_m est l'amplitude maximale et ω_0 est la pulsation propre
6. Retrouver l'équation différentielle à partir de l'expression de l'énergie mécanique

Exercice 3

Une bobine de résistance R et d'inductance L est d'abord alimenté par un générateur de tension continue U_1=6V ; l'intensité du courant qui la traverse est I_1=0,3A. Si elle est alimentée sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 24V, l'intensité efficace vaut 0,12A ; la fréquence du courant est de 50Hz.

1. Déterminer la résistance, l'impédance et l'inductance de la bobine.
2. On monte en série avec la bobine avec un conducteur de capacité C=5µF. L'ensemble est soumis à la tension sinusoïdale précédant.
   (a) Déterminer l'impédance de l'ascension.
   (b) Quelle est l'intensité efficace du courant ?
   (c) Quelle est la phase de l'intensité par rapport à la tension aux bornes de l'association ?

Sujet 22

Chimie

Exercice 1

On dispose d'une série de solutions aqueuses de même concentration $C = 10^{-2} mol/l$

- A : solution d'acide méthanoïque
- B : solution de méthanoate de sodium
- C : solution d'hydroxyde de sodium
- D : solution de chlorure de sodium
- E : solution d'acide chlorhydrique.

Les pH mesurés à 25°C sont, d'ordre croissant : 2,0 ; 2,9 ; 7,0 ; 7,9 ; 12,0

1. Attribuer, en justifiant brièvement votre choix, à chacune des solutions A, B, C, D, E la valeur du pH qui lui correspond
2. Calculer les concentrations, en mol/l, des especes chimiques présentes dans la solution A et en déduire le pK_a
3. On mélange $20cm^3$ de la solution A et $20cm^3$ de la solution B. Le pH du mélange F obtenue est de 3,75
   Calculer les concentrations, en mol/l, des espèces chimiques contenues dans la solution F
4. On fait tomber progressivement la solution C dans $20cm^3$ de la solution A.
   (a) Quelle est la réaction chimique qui se produit ?
   (b) Quel volume de la solution C faut-il verser pour obtenir un mélange ayant même pH que le pH du mélange de F ? On rappelle que le pK_a du couple (acide méthanoïque / ion méthanoate) est égal à 3,75

Exercice 2

Deux solutions S_1 et S_2 disponibles sont telles que :

- S_1 est une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 2.10^{-2} mol/l$;
- S_2 est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 5.10^{-2} mol/l$.

1. Quel volume d'eau V_e doit on ajouter à un volume $V_1 = 40cm^3$ de S_1 pour avoir une solution de pH=2,4 ?
2. Quel volume V_e d'eau distillée doit on ajouté à $V_2 = 50cm^3$ de S_2 pour avoir solution de pH=12,4 de concentration C_3.
3. On dose $10cm^3$ d'une solution S_3 d'acide chlorhydrique de concentration C_3 inconnue à l'acide d'une solution S_4 de soude de concentration $C_4 = 10^{-2}mol/l$. Au point d'équivalence $V_4 = 10cm^3$. Calculer C_3 et son pH.

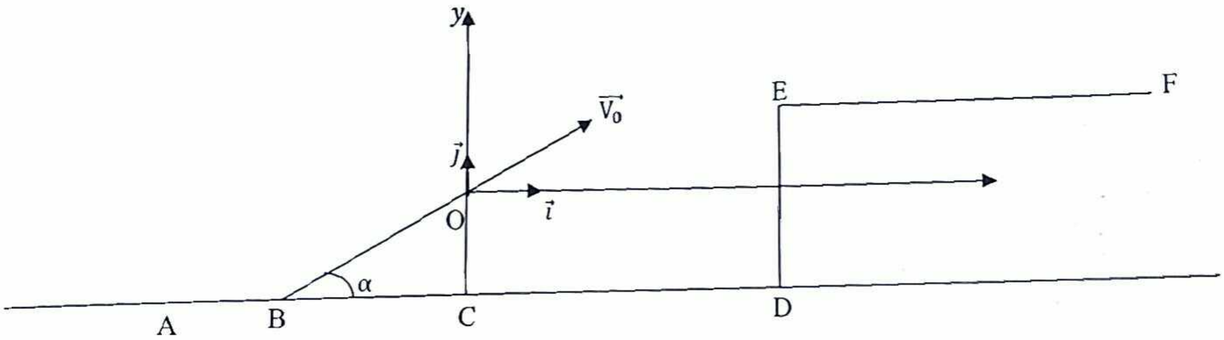
Physique

Exercice 1

Un cascadeur veut sauter avec une voiture sur la terrasse horizontale EF d'un immeuble. Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec un le sol horizontal ABCD et placé à une distance CD de l'immeuble (OC et DE sont des parois verticales)

La masse du système {automobile − pilot} est $m = 1000kg$. Pour simplifier le problème, on considère les frottements comme inexistants dans la phase aérienne et on admettra qu'à la date initiale le centre d'inertie G quitte le point O avec la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée. Donnée : $g = 10m.S^{-2}$

1. Etablir dans le repère $(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ avec (Ox) parallèle à (CD), l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E
2. (a) Calculer l'angle α ainsi que la vitesse initiale V_0 en m/s et en km/h pour que le système arrive en E avec un vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_E}$ horizontal
   <u>Données</u> : $CD = 15m$; $DE = 10m$; $OC = 8m$
   (b) Calculer la vitesse V_E à l'arrivée de l'automobile en E.
3. En considérant qu'une fois l'automobile sur la terrasse, les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$ parallèle au déplacement et d'intensité 500N. Calculer l'intensité de la force de freinage $\overrightarrow{f'}$ qui permettra au véhicule de s'arrêter après le trajet $EF = L = 100m$



Exercice 2

1. Une bobine est mise en série avec un ampèremètre thermique. Lorsque l'ensemble est monté entre les bornes d'une batterie d'accumulateur de force électromotrice $E_0 = 12V$ et de résistance négligeable. L'ampèremètre indique un courant $I_0 = 0,24A$. lorsqu'on le monte entre les bornes d'une prise de courant alternatif ($f = 50H_Z$) présentant une tension alternatif $U = 225V$. L'ampèremètre indique $I_1 = 2A$. On demande :
   (a) La résistance de la bobine ;
   (b) Son impédance Z_1 ;
   (c) Son inductance L ;
   (d) le déphasage φ_1 et le facteur de puissance.
2. On remplace la bobine par un condensateur, l'ampèremètre indique $I_2 = 0,9A$. on demande :
   (a) Impedance Z_2 du condensateur;
   (b) Sa capacité C ;
   (c) Le déphasage φ_2 et le facteur de puissance.
3. On monte maintenant la bobine et le condensateur en série avec un ampèremètre. On demande :
   (a) L'impédance Z de l'ensemble

(b) L'intensité efficace I qui indique l'ampèremètre.
(c) Le déphasage φ et le facteur de puissance.

Sujet 23

Chimie

Exercice 1

Deux solutions S_1 et S_2, l'une d'acide chlorhydrique et l'autre monochloroéthanoïque ($CH_2ClCOOH$) sont contenues dans les flacon dépourvus d'étiquettes. Pour les identifier, on réalise diverses expériences à 25°C. On mesure les pH :

- Pour S_1 : $pH_1 = 2,15$
- Pour S_2 : $pH_2 = 2,7$

On dose $V_a = 10cm^3$ de chaque solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b. L'équivalence est atteinte pour un volume versé égal à $V_{b1} = 50cm^3$ pour S_1 et $V_{b2} = 2cm^3$ pour S_2. On dilue 10 fois chacune des eux solutions et on mesure le pH : pour S_1 pH=2,7 et pour S_2 pH=3,7

1. Identifier les solutions S_1 et S_2
2. Calculer les concentrations de la solution d'acide chlorhydrique, de la solution d'hydroxyde de sodium et de la solution d'acide monochloroéthanoïque
3. Quelle est la base conjuguée de l'acide monochloroéthanoïque ? Calculer le pK_a du couple acide monochloroéthanoïque / ion monochloroéthanoate.

X **Exercice 2**

Un composé C a pour formule brute $C_5H_{10}O_2$. Il réagit avec l'eau pour donner un acide carboxylique A et un alcool B.

1. De quelle réaction s'agit-il ?
2. La molécule de B comporte trois atomes de carbone.
   Ecrire les formules semi-développées des isomères possibles de l'alcool B.
3. L'alcool B par oxydation ménagée donne un composé E. E donne un test positif avec la 2,4-DNPH mais pas avec la liqueur de Fehling.
   (a) Donner la fonction chimique de E, sa formule et son nom.
   (b) En déduire le nom et la formule semi-développée de B, A et C
4. L'acide A réagi avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X.
   Donner la formule semi-développée et le nom de X.
5. Par action de X sur l'ammoniac, on obtient un composé D. Ecrire la formule semi-développée de D et donnez son nom.

Physique

Exercice 1

Un pendule élastique, constitué d'un solide S de masse $200g$ et d'un ressort de raideur 5N/m, effectue des oscillations libres sur un banc à coussin d'air horizontal. L'axe de des abscisses est confondu à l'axe du ressort. L'origine des abscisses est la position du centre d'inertie G du solide lorsque celui est au repos.

1. L'origine des dates correspond au passage de G par l'origine des abscisses avec une vitesse de 0,6m/s dirigé dans le sens négatif de l'axe.
   (a) Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G du solide.
   (b) Déterminer l'équation horaire qui décrit le mouvement de G. On admet que les solutions sont sous la forme : $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$
   (c) Déterminer au cours du mouvement l'accélération maximale de G
2. (a) Tracer qualitativement le graphe de la variation de x en fonction du temps, sur au moins deux périodes du mouvement.

(b) Déduire à quelles dates le centre d'inertie G du solide repasse-t-il pour la première et pour la deuxième fois par le point d'abscisse $x = 0$

3. (a) Calculer l'énergie mécanique du pendule à la date $t=0s$
(b) Enduire la valeur de la vitesse du centre G du solide au point d'abscisse $x = 3cm$

Exercice 2

1. On branche un voltmètre aux bornes d'une source de courant alternatif. Il indique 220V. la fréquence du courant est $50H_Z$. Quelle est la valeur maximale de la tension de la source ?
2. On dispose en série, aux bornes de la source précédente, une résistance pure r, une bobine B de résistance R et de coefficient d'induction L et un ampèremètre. Celui-ci indique alors 3,5A ; un voltmètre branché aux bornes de la seule résistance r indique $U_r = 140V$ et aux bornes de la bobine B, $U_B = 120{,}8V$.
   (a) Déterminer les impédances Z_r de la résistance, Z_B de la bobine et Z de l'ensemble.
   (b) Calculer les valeurs de r, R et L.
   (c) Déterminer le déphasage entre la tension aux bornes de la source et l'intensité du courant.
   (d) Ecrire l'expression de l'intensité du courant en prenant comme origine des temps l'instant où la tension est maximum.

Sujet 24

Chimie

Exercice 1

L'un des couples réguliers du pH du sang est le couple dihydrogénophosphate/ ionhydrogénophosphate $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ de pK_A est égale à 6,82 à 37°C. Le pH du sang varie très peu. Il est voisin de 7,4.

1. Calculer le rapport $[H_2PO_4^-]/[HPO_4^{2-}]$ dans le sang
2. Dans le sang considéré, $[HPO_4^{2-}] = 0{,}275 mol/l$. En déduire $[H_2PO_4^-]$
3. Une réaction produit 0,035 mol d'acide lactique, $C_3H_6O_3$ par litre de sang. Acide lactique, $C_3H_6O_3$ ($CH_3CHOHCO_2H$). Ecrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'aide lactique et l'ion HPO_4^{2-}.
4. En supposant cette réaction totale déterminer les concentrations de $H_2PO_4^-$ et HPO_4^{2-}, puis vérifié que le pH du sang devient voisin de 7,2.

Exercice 2

On dispose de deux solutions d'acide forts : l'une S_1 d'acide chlorhydrique HCl de pH=2,2 et de concentration C_1, l'autre S_2 d'acide sulfurique de pH=3,4 de concentration C_2.

(c) Calculer les concentrations C_1 et C_2 de S_1 et S_2.
(d) Le mélange d'un volume V_1 de S_1 avec un volume V_2 de S_2 conduit à une solution S de volume $V = 500cm^3$ et $pH = 3$. Faire l'inventaire des espèces présentes en solution et calculer V_1 et V_2.

Physique

Exercice 1

Une portion de gouttière BO de forme circulaire de rayon $r = 1m$ se situe dans un plan vertical. Elle se raccorde en O à une autre gouttière identique OB' situé dans le même plan. Les centres O_1 et O_2 se trouvent sur la même verticale. Un solide ponctuel de masse $m = 100g$ est lâché sans vitesse du point A situé à une hauteur $h = 0{,}3m$ par rapport au plan horizontal passant par O. Les frottements sont supposés négligeables et $g = 10N/kg$.

1. En choisissant O le milieu de O_1O_2 comme origine des altitudes et comme position de référence, calculer l'énergie mécanique du solide.

Sujet 25

Chimie

Exercice 1

On dissout du HCl dans l'eau de façon à obtenir un volume $V_1 = 200ml$ d'une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration C_1. Le pH de la solution est égal à 1,5

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors de la dissolution du HCl
2. Déterminer le volume V_{HCl} de HCl gazeux nécessaire (dans les conditions normales de température et de pression) ainsi la concentration C_1 de la solution S_1
3. On prélève $V_1' = 10ml$ de la solution S_1 et $V_2' = 5ml$ d'une solution S_2 d'acide nitrique de concentration $C_2 = 10^{-2}mol/l$. On obtient une solution S_3 de volume $15ml$. Sachant que l'acide nitrique est totalement ionisé en solution aqueuse et que le fait de mélangé les acides ne modifient pas leurs propriétés.
   (a) Déterminer la concentration en ions hydronium dans la solution S_3
   (b) En déduire son pH

Exercice 2

Une solution S est un mélange d'acide chlorhydrique (concentration C_a inconnue) et de chlorure de sodium (concentration C_1 inconnue). On prélève $10ml$ de S et on ajoute progressivement de l'hydroxyde de sodium de concentration $4.10^{-3}mol/l$, jusqu'à atteindre l'équivalence acido-basique, obtenue pour $V_0 = 20ml$. On appelle S' la solution à l'équivalence. On ajoute à $20ml$ de S' du nitrate d'argent en excès. Il se forme un précipité blanc de masse $m = 478mg$

1. Quel est le pH de S' ?
2. Calculer C_a et C_1
3. Quel est le pH de S ? Données : $M(Ag) = 107{,}9g/mol$; $M(Cl) = 35{,}5g/mol$

Physique

Exercice 1

1. Une bille B_1 est lancé verticalement vers le haut à partir de l'origine O d'un repère $(O; \vec{\imath})$, avec une vitesse initiale d'intensité $V_0 = 15{,}00m/s$; son vecteur-accélération est $\vec{a}$, dirigé vers le bas (On prendra $a = 10m/s^2$) ; le repère $(O; \vec{\imath})$) est vertical ascendant.
   (a) Ecrire l'équation horaire du mouvement de B_1 en prenant comme origine des temps l'instant du lancement.
   (b) Quelle est la hauteur maximale atteinte ? Quelle est la durée de l'ascension ?
2. Une seconde après le départ de B_1, on lance une bille B_2 d'un point A situé à 3m au-dessus de O avec la même vitesse et la même accélération.
   (a) Ecrire l'équation horaire du mouvement de B_2 dans le même repère.
   (b) A quel instant et a quelle altitude B_1 et B_2 se rencontrent-elles ?
   (c) Quelles sont les vitesses de B_1 et B_2 juste avant la rencontre ?
   (d) Dans quel sens évolue chaque bille juste avant le choc ?

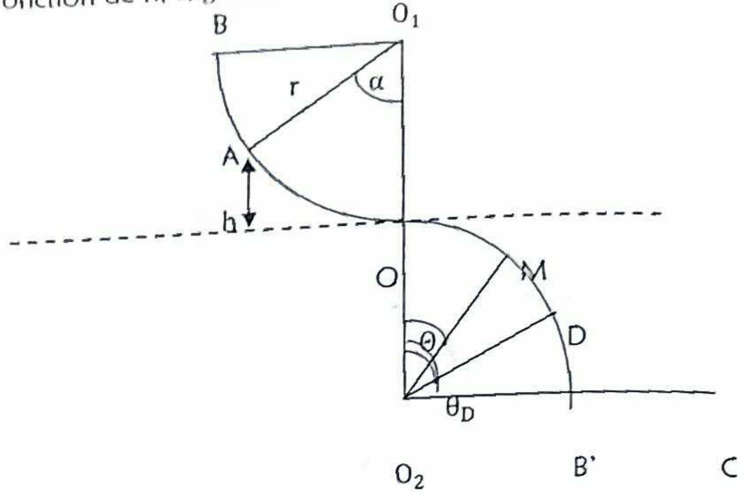
Exercice 2

Un ressort à spires non jointives, de masse m négligeable et de raideur $k = 10N/m$, a une longueur à vide $l_0 = 0{,}2m$

Le ressort est enfilé sur une tige horizontale (figure ci-dessous). L'une de ses extrémités est fixe, l'autre est attaché à un solide S_1, de masse $m_1 = 75g$. Un axe positif convenable, non représenté, assure un de l'ensemble. Le solide S_1 n'effectue ainsi une des mouvements de translation le long de l'axe $(O; \vec{\imath})$ axe du ressort. Au repos, le centre d'inertie G de S_1 est en O. Le solide S_2, de masse $m_2 = 25g$, heurte le solide S_1 avec une vitesse $\overrightarrow{V_2}$ dirigée vers la droite suivant l'axe du ressort. Après le choc S_2reste accrocher à S_1

1. Déterminer la vitesse $\overrightarrow{V_1}$, immédiatement après le choc, de l'ensemble S de deux solides S_1 et S_2 accrochés sachant que $V_2 = 2m/s$

2. Exprimer puis calculer la vitesse V_0 du solide au passage en O.
3. Sur le parcours OD, le solide reste en contact avec la surface de la gouttière et sa position est repéré par l'angle $\theta = \widehat{(O_1O_2;\ O_2M)}$. Etablir l'expression de la vitesse V du solide en un point M quelconque du trajet OD en fonction de h, r, g et θ.

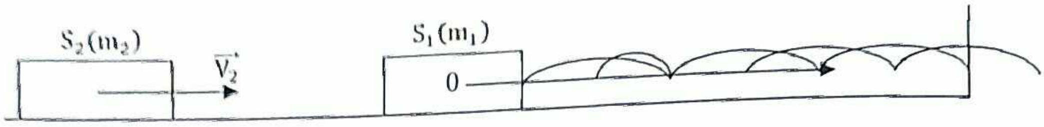


4. (a)Etablir l'expression de la réaction R au point D en fonction de m, g, r, h et θ_D.
   (b) Au point D, le solide perd le contact avec la gouttière et suit le trajet DC.
   - ✓ Déterminer la valeur θ_D de θ et celle de la vitesse V_D au point D.
   - ✓ Déterminer dans le repère $(D, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ les coordonnées du point C. (Dy) est vertical descendant et (Dx) horizontal et a même le sens que $\overrightarrow{B'C}$.
5. Avec quelle vitesse le solide touche-t-il le sol en C ?
6. En réalité, la vitesse du solide au passage en D vaut $V_2 = 2m/s$.
   (a) Déterminer la valeur de l'angle α puis celle de la longueur du trajet AD.
   (b) Calculer la variation de l'énergie mécanique du solide entre A et D.
   (c) En déduire l'intensité f supposée constante de la force de frottement qui s'exerce sur le solide entre A et D.

Exercice 2

1. Une tension instantanée $u(t) = 2{,}5\cos(3700t)$, en volts, est établie aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R= 220Ω.
   (a) Calculer la période de la tension appliquée au dipôle.
   (b) Donner l'expression de l'intensité du courant électrique qui traverse le conducteur ohmique.
   (c) Calculer l'intensité efficace du courant.
2. On remplace le conducteur ohmique par un condensateur de capacité C=1,00µF.
   (a) Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse le condensateur.
   (b) Calculer l'intensité efficace du courant.
3. On remplace maintenant le conducteur par une petite bobine supposé non résistive dont l'auto-inductance L= 20mH.
   (a) Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse la bobine.
   (b) Calculer l'intensité efficace du courant.
4. Pour les 3 cas étudiés, représenter le vecteur de Fresnel de l'intensité et de la tension aux bornes du dipôle considéré.

2. Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement de S. On prend comme origine des espèces le point 0
3. Calculer :
   (a) La pulsation propre de l'oscillateur
   (b) Sa période propre ;
   (c) Sa fréquence propre ;
4. On prend comme origine des temps l'instant du choc. Etablir l'équation horaire du mouvement de S.



Sujet 26

Chimie

Exercice 1

Trois solutions aqueuses ont un pH identique de valeur égale à 2,7.

- La première est une solution de concentration $0{,}005 mol/l$ d'acide monochloro-éthanoïque.
- La seconde est une solution de concentration $0{,}25 mol/l$ d'acide éthanoïque.
- La troisième est une solution de concentration $0{,}002 mol/l$ d'acide chlorhydrique.

1. Calculer la concentration des ions H_3O^+ dans ces solutions. A partir de ce résultat, classer ces trois acides par force croissante en justifiant, le plus simplement possible cette classification.
2. Calculer le pK_A pour l'acide monochloroéthanoique.
3. On rappelle que le pK_A pour l'acide éthanoïque a pour valeur 4,8.
   (a) Le comparer à pK_A pour l'acide monochloro-éthanoique.
   (b) Ce résultat est-il en accord avec le classement établi à la première question ?
4. Ecrire la formule développée de l'acide monochloro-éthanoïque, et dire l'influence, sur ses propriétés acides, de la présence de l'atome de chlore dans la solution.

Exercice 2

L'hydrolyse d'un Ester a fourni un acide A et un alcool B.

1. Détermination de la formule de l'alcool B
   L'analyse élémentaire a permis la détermination de la formule brute de B : $C_4H_{10}O$
   (a) L'oxydation ménagée de B par une solution du dichromate de potassium en milieu acide fournit un composé B'. Ce composé B' :
   - Réagit avec une solution de DNPH
   - Ne réagit ni avec une solution de nitrate d'argent ammoniacal (ou réactif de Tollens), ni avec la liqueur de Fehling.
     (i) Que peut-on en conclure pour B ? Donner la formule semi-développée de B ainsi que celle du composé B'.
     (ii) A quelle fonction B' appartient-il ? Donner le nom de B'.
   (b) La molécule de B est-elle chirale ? Justifier votre réponse.
2. Détermination de la formule de A.
   La composition centésimale massique du composé A est la suivante : %C=48,6% ; %H=8,1% et %O=43,2%
   Sachant que la masse molaire moléculaire du composé A est $M = 74 g/mol$.
   (a) Déterminer sa formule brute, sa formule semi-développée et son nom.
   (b) En déduire la formule semi-développée de l'ester E.
   Données : $M(H) = 1 g/mol$; $M(C) = 12 g/mol$ et $M(O) = 16 g/mol$

Physique

Exercice 1

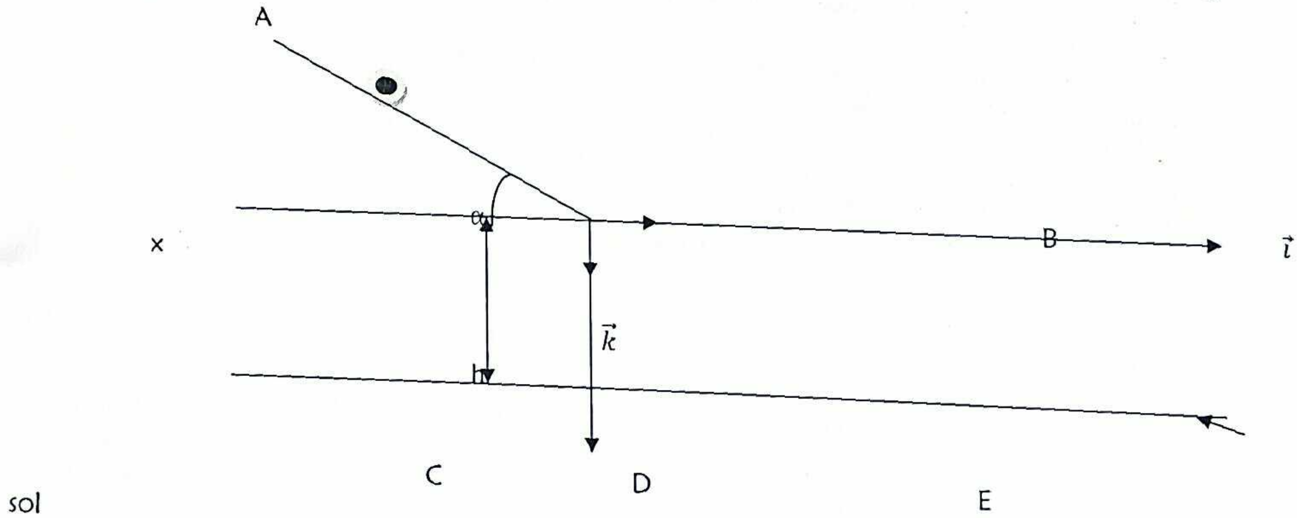
Une bobine est alimentée par une tension sinusoïdale dont la fréquence est $f = 100Hz$. Elle est traversée par une intensité dont la valeur efficace est $I = 0{,}28A$. La puissance moyenne fournie à la bobine est alors $P=3{,}5W$. Le facteur de puissance de la bobine mesure à la phase mètre est 0,74.

1. Quelle est la tension efficace U existant aux bornes de la bobine ?
2. Calculer la résistance R et l'inductance L de la bobine.
3. On place en série avec la bobine un condensateur de capacité variable C tel que l'ensemble ait un facteur de puissance égal à 0,9. Quelles sont les valeurs possibles de C ?
4. Quelle doit être alors la valeur efficace U' de la tension aux bornes de l'ensemble si l'on veut que l'intensité traversant la bobine et le condensateur soit à nouveau $I = 0{,}28A$?

Exercice 2

Un plat de riz bien protégé, assimilable à un point matériel est lancé depuis le point A sur un plan incliné d'angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. On néglige les frottements sur le plan AB. La longueur AB est $L = 2m$ (voir figure ci-dessous). Le plat arrive en B avec un vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_B}$ de norme $V_B = 10m/s$. On prendra $g = 10m/s^2$

1. Etude sur le plan incliné
   (a) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le plat entre A et B et les représenter.
   (b) Calculer la vitesse V_A de lancement au point A.
   (c) Représenter le vecteur-vitesse $\overrightarrow{V_B}$ au point B
2. A partir du point B, le plat entre dans le champ de pesanteur uniforme. On néglige les frottements de l'air. Le plat de riz tombe au fond d'une classe de la **Terminale S du lycée « Scientifique la Médaille »** à la distance h=5m en dessous du point B vers midi.
   (a) Déterminer les équations horaires du plat dans le repère $(B, \vec{\imath}, \vec{k})$. En considérant qu'à l'instant initial le plat se trouve au point B.
   (b) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du plat.
   (c) A quelle date, ce plat arrive-t-il au fond de la classe au point E ? En déduire l'abscisse X_E du point E.



3. Deux élèves très affamés, **ISABELLE et TAHIR**, assimilés à des points matériels mobiles C et D luttent pour arriver premier au point E pour prendre ce plat. L'un, animé d'un mouvement rectiligne uniforme arrive au point C avec la vitesse $V_C = 12{,}66m/s$ au moment précis où l'autre part du point D sans vitesse initiale avec une accélération $a = 4m/s^2$. On admettra que le plat est au point B au moment où les élèves sont aux points C et D.
   (a) Donner l'équation horaire du mouvement de chaque élève selon l'axe (B, x).
   (b) Calculer le temps mis pour chacun pour arriver au point E.
   (c) Lequel des élèves prendra le plat ? Justifier votre réponse.
   On donne : $X_C = -8m$; $X_D = -5m$. X_C et X_D sont les abscisses des points C et D dans le repère $(B, \vec{\imath}, \vec{k})$

Sujet 27

Chimie

Exercice 1

Un volume $V = 100cm^3$ d'acide chlorhydrique à $5.10^{-2}mol/l$ est obtenu en dissolvant un volume V_0 de chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau. La dissolution se fait sans variation de volume.

1. Calculer le volume V_0 de gaz de chlorure d'hydrogène utilisé (volume molaire 22,4l/mol dans les conditions de l'expérience).
2. L'acide chlorhydrique ainsi préparé est ajouté progressivement à $20cm^3$ d'une solution d'hydroxyde de sodium. On constate que l'équivalence acido-basique est atteinte pour un volume V_a d'acide versé égal à $40cm^3$.
   (a) Que représente l'équivalence acido-basique ?
   (b) Expliquer, en quelques lignes, de façon dont il faut procéder pour le dosage. Représenter le dispositif nécessaire.
   (c) Calculer la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium.
3. Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il dissoudre dans l'eau pour obtenir $V' = 1l$ de solution ayant cette concentration ?

Exercice 2

On dispose d'un litre d'une solution aqueuse contenant de l'ammoniac et de chlorure d'ammonium. Cette solution à un pH=9,5 à 25°C et sa concentration molaire totale est de 0,5mol/l ($[NH_3] + [NH_4^+] = 0,5mol/l$). Le pK_a du couple NH_4^+/NH_3 est de 9,3.

1. Quelles sont les espèces chimiques présentes en solution ?
2. (a) Calculer les concentrations $[H_3O^+]$ et $[HO^-]$
   (b) A partir de la constante d'acidité K_a, déduire le rapport $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$
   (c) Déterminer les concentrations $[NH_3]$ et $[NH_4^+]$
3. On ajoute 0,02mol/l d'acide chlorhydrique à la solution précédente (Sans variation de volume)
4. Quelle réaction chimique se produit après l'addition de l'acide ?
   (a) Ecrire son équation-bilan
   (b) Déduire les concentrations $[NH_3]$ et $[NH_4^+]$
   (c) Déterminer la concentration $[H_3O^+]$ à partir de K_a
   (d) En déduire le pH de la solution obtenue.

Physique

Exercice 2

On suppose que la terre possède une répartition sphérique de masse.

1. Etablir l'expression du champ de gravitation G de la terre à l'altitude Z en fonction de g, M, R_T et Z.
2. Montrer qu'à l'altitude Z le champ de gravitation G est donnée par la relation : $G = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+Z)^2}$ avec g_0 = champ de gravitation au sol.
3. On place à l'aide d'une fusée un satellite assimilable à un point matériel de masse m sur une orbite circulaire à l'altitude Z.
   (a) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
   (b) Etablir l'expression de la vitesse du satellite en fonction de g_0 du rayon de la terre R_T et de l'altitude Z
   (c) Calculer la valeur de la vitesse du satellite pour Z=1000km.
4. Quelle est la période d'un satellite ?
5. Un satellite géostationnaire reste constamment à la verticale d'un même point de la surface de la terre.
   (a) Quelle est la période d'un tel satellite ?
   (b) Exprimer l'altitude du satellite en fonction de la période T, du champ g_0 et du rayon R_T de la terre.
   Calculer la valeur de l'altitude du satellite.

Exercice 2

(a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction
(b) Identifier (B) et (C)

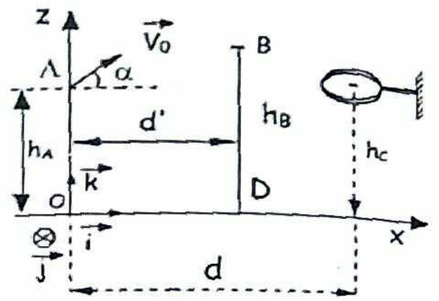
4. On réalise l'oxydation ménagée du mélange contenant toutes les quantités de (B) et (C) dans un excès d'ions dichromates, on obtient un seul produit (D)
(a) Définir l'oxydation ménagée
(b) Explique pourquoi un seul produit est obtenu
(c) Donner la fonction chimique, la formule semi-développée et le nom de (D)
(d) Ecrire les demi-équations redox puis en déduire l'équation bilan de la réaction d'oxydation ménagée. On donne en g/mol : $\mathbf{M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16}$

Physique

Exercice 1

On étudie la trajectoire d'un ballon de basket-ball lancé vers le centre du panier de l'équipe adverse par le joueur attaquant. On ne tiendra pas compte ni la rotation du ballon ni de la résistance de l'air. Le lancé effectué vers le haut, on lâche le ballon lorsque son centre d'inertie est en A. Sa vitesse initiale faisant un angle $\alpha = 40°$ dans le plan $(x0z)$

1. Etablir les équations horaires du mouvement.
2. En déduire l'équation de la trajectoire.
3. Calculer la vitesse v_0 pour que le ballon passe exactement au centre C de panier
4. Un défenseur **BD** placé entre l'attaquant et le panier
saute verticalement pour intercepter le ballon l'extrémité
de sa main se trouve en B à une hauteur $h_B = 3,10m$.
A quelle distance horizontale maximale d' de l'attaquant
doit-t-il se trouver pour toucher le ballon du bout du doigt ? **On donne** : $h_A = 2{,}10m$; $h_B = 3{,}10m$; $h_C = 3{,}05m$;
$d = 6{,}25m$

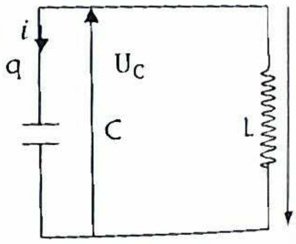


Exercice 2

On place une bobine d'inductance L et de résistance négligeable entre les points A et B d'un circuit électrique parcouru par un courant d'intensité i.

1. Cette bobine emmagasine une énergie $E = 3.10^{-3}$J. Lorsqu'elle est parcourue par un courant d'intensité $I = 0{,}1A$.
(a) Calculer l'inductance de la bobine.
(b) Un condensateur de capacité C soumis à une tension U=10V peut stocker la même énergie.
- Calculer la capacité C de ce condensateur
- Calculer sa charge maximale Q_m

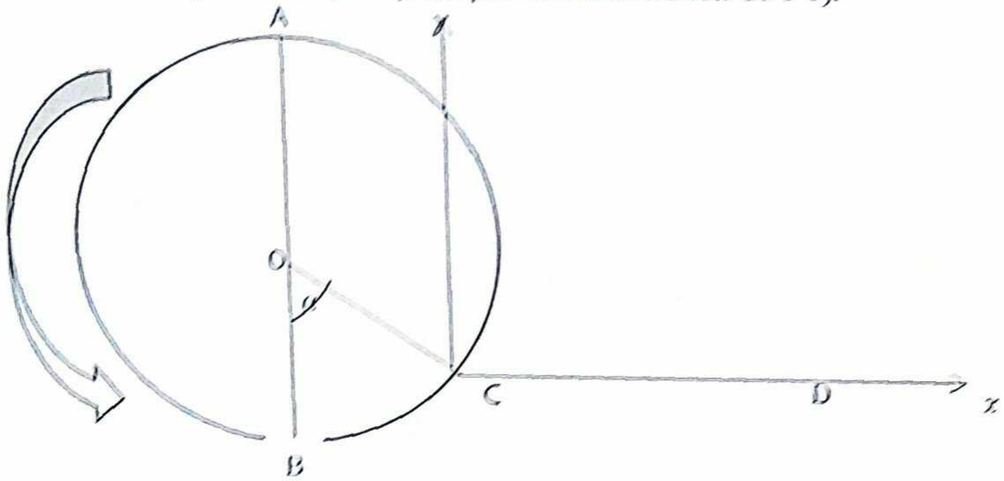
3. Le condensateur chargé est relié à la bobine selon le schéma ci-dessous :
(a) Donner les expressions de la tension :
U_L
- U_C aux bornes du condensateur ;
- U_L aux bornes de la bobine
(b) Déterminer l'équation différentielle du circuit oscillant.
(c) En déduire la pulsation propre ω_0
(d) Déterminer l'expression de la charge en fonction du temps, sachant qu'à la date $t = 0$, la charge du condensateur est maximale



Exercice 3

Des particules de charge q et de masse m sont envoyées avec une vitesse $\vec{v_0}$ entre deux plaques métalliques, parallèles soumises à une $.d.p$ $U_{BA} = U > 0$. Les plaques ont une longueur l et sont distantes de d. Ces particules sont recueillies sur un écran E où se forme un spot S'. Le centre des plaques est noté I et la distance du centre des plaques à l'écran est noté D ; ($\mathbf{D = 1m}$; $\boldsymbol{l = 0,2m}$; $\boldsymbol{d = 10cm}$; $\mathbf{U = 2.10^4V}$)

1. La pierre tourne sur un cercle de centre O et de rayon $r = 0,6m$. Elle passe en A, point le plus haut du cercle, avec la vitesse $V_A = 20m/s$.
   (a) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   (b) Calculer la vitesse V_B de passage en B point le plus bas du cercle.
   (c) En continuant à tourner, elle arrive en C déterminé par l'angle $\alpha = 30°$. Donner la direction du vecteur-vitesse par rapport à l'horizontal et la valeur de vitesse V_C de la pierre en C.
2. On libère la pierre en C.
   (a) La trajectoire étant plane, établir dans le repère $(C; \vec{i}; \vec{j})$ l'expression littérale de l'équation de la trajectoire en fonction de g, V_C et α.
   (b) Si D est le pont de la trajectoire ou la pierre coupe l'horizontale passant par C (voir schéma), exprimer de façon littérale CD. Exprimer également la valeur de la vitesse en D.
   (c) Faire les calculs numériques du 2°a) et b) compte tenu des résultats du 1°c).



Sujet 28

Chimie

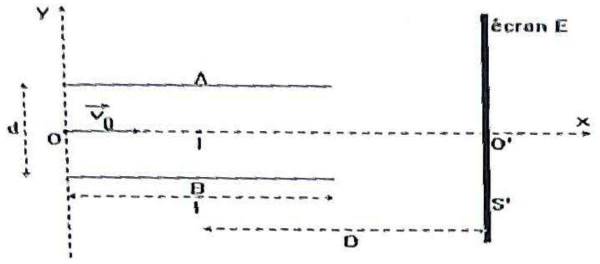
Exercice 1

1. On mesure le pH d'une solution S_1 d'acide benzoïque centimolaire. Le pH-mètre indique 3,1
   (a) Pourquoi cette mesure permet-elle d'affirmer que l'acide benzoïque est un acide faible dans l'eau ? Justifier.
   (b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
   (c) Calculer la concentration molaire des espèces chimique présentes dans la solution S_1.
   (d) Déterminer le pk_a du couple acide benzoïque/ ion benzoate.
2. On mesure ensuite le pH d'une solution S_2 de benzoate de sodium centimolaire. On trouve $pH = 8,1$. Le benzoate de sodium est un corps pur ionique dont les ions se dispersent totalement en solution.
   (a) Pourquoi la mesure du pH réalisée permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ?
   (b) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau.
   (c) Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans la solution S_2.
   (d) Exprimer la constante réduite de cette réaction et calculer sa valeur.
3. On ajoute à la solution S_1 quelques gouttes d'une solution de soude. Le pH prend la valeur 5,2. Indiquer, sans calcul, en utilisant une échelle de pH, quelle est l'espèce du couple qui prédomine dans la solution obtenue.

Exercice 2

Un alcène ramifié (A) a pour masse moléculaire $M = 56g/mol$

1. Déterminer sa formule brute
2. Ecrire sa formule semi-développée et son nom
3. On réalise l'hydratation de (A) en milieu acide. On obtient deux produits (B) et (C) : (B) est majoritaire



1. Etablir en fonction des divers paramètres l'équation de la trajectoire des particules entre les plaques.
2. En déduire en fonction des divers paramètres la déviation angulaire à la sortie des plaques.
3. Calculer en fonction des divers paramètre la déviation linéaire $y_0 = O'S'$ observée sur l'écran.
4. En fait les particules envoyées en O sont des électrons de vitesse $v_0 = 2,5.10^8 m/s$
   Calculer la déviation y_0 des électrons sur l'écran. On donne $m_e = 9,1.10^{-31} kg$

Sujet 29

Chimie

Exercice 1

On prépare une solution S en mélangeant une solution S_1 d'acide chlorhydrique (HCl) de volume $V_1 = 60ml$ de concentration $C_1 = 4.10^{-2} mol/l$ et une solution S_2 d'acide nitrique (HNO_3) de volume $V_2 = 40ml$, de concentration $C_2 = 10^{-2} mol/l$.

1. Quel est le pH de la solution S ?
2. Déterminer la concentration des espèces chimiques présentes dans la solution S.
3. Quel volume d'eau faut-il ajouter à la solution S' de pH=2 ?
4. A la solution S', on ajoute $50ml$ d'une solution de soude de concentration $C = 2.10^{-2} mol/l$.
   (a) Quelle est la nature du mélange obtenu ? Justifier votre réponse.
   (b) Calculer son pH.

Exercice 2

On effectue l'oxydation ménagée d'un monoalcool saturé A dont le pourcentage massique en oxygène est $26,66\%$, par une solution acidifiée de permanganate de potassium. On obtient un produit B qui réagit avec la liqueur de Fehling et la DNPH

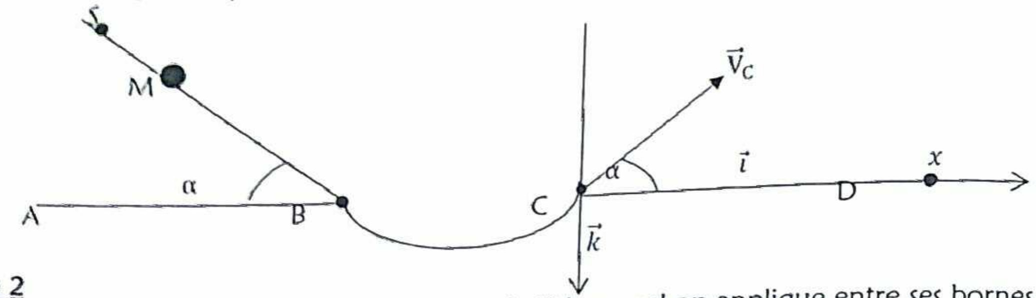
1. (a) Déterminer la masse molaire moléculaire de A
   (b) En déduire la formule brute de A
   (c) Quelles sont les formules semi-développées possibles pour cet alcool ?
2. Déduire des tests effectués sur B, la classe de l'alcool A, sa formule semi-développée et son nom.
3. L'oxydation ménagée de B par une solution de permanganate de potassium en milieu acide conduit au produit organique C
   (a) Donner la formule semi-développée et le nom de C
   (b) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le permanganate de potassium et B
4. On réalise la déshydratation de l'alcool A à une température de $180°C$ et on obtient un composé D
   (a) Ecrire l'équation bilan de cette réaction en précisant le catalyseur utilisé.
   (b) Donner le nom et la famille du composé D

Physique

Exercice 1

Dans tout le problème, les forces de frottement seront négligées. Du point S d'un plan incliné de l'angle α sur le plan horizontale ABCD, on abandonne sans vitesse initiale un corps assimilable à un point matériel M de masse m. Il glisse selon la ligne de plus grande pente SB du plan et arrive en B avec vitesse V_B. Le plan incliné se raccorde tangentiellement en B avec une piste circulaire de rayon r. Au-delà du point C, le solide quitte la piste et retombe en D sur le plan horizontal. Le vecteur-vitesse $\vec{V_C}$ du mobile en C fait, avec l'horizontal, les mêmes angles α.

1. Etablir l'équation horaire du mouvement du solide sur le plan incliné : $SM = f(t)$.
2. Exprimer sa vitesse V_B en B en fonction de α, g et de la distance $SB = l$.
3. Montrer que $V_B = V_C$;
4. Etablir en fonction de α, V_C et g l'équation de la trajectoire du mobile entre C et D dans le repère $(C; \vec{i}; \vec{j})$.
5. Donner l'expression de la portée CD en fonction de V_C, α et g, puis de l et α
6. Calculer V_C et CD pour $\alpha = 40°$, $l = 1,8m$ et $g = 10m/s^2$



Exercice 2

1. Une bobine est traversée par un courant de 11A quand on applique entre ses bornes une tension continue de 220V. La bobine étant branchée sur une prise de courant alternatif de secteur ($U = 220V, 50Hz$), l'intensité efficace dans la bobine tombe à 5,5A.
   Expliquer le phénomène et donner les valeurs de la résistance R et de l'inductance L de la bobine.
2. On branche cette bobine en série avec un condensateur de capacité variable C, sur la même prise du secteur que précédemment.
   Etablir l'expression de l'impédance Z de l'ensemble et du déphasage φ de la tension par rapport à l'intensité. On augmente la valeur de C ; on observe que l'intensité passe par un maximum. Expliquer ce phénomène, et calculer la valeur de C correspondant à ce maximum

Sujet 30

Chimie

Exercice 1

On dispose d'une solution A contenant de l'acide éthanoïque de concentration $0,1mol/l$ et d'une solution B contenant de l'acide chlorhydrique de concentration $10^{-3}mol/l$.

5. Le pH de la solution A est 2,9. En déduire les concentrations des espèces chimiques et calculer le coefficient α de l'acide.
6. On mélange $50cm^3$ de la solution A et $50cm^3$ de la solution B. Le pH du mélange vaut 3. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange ainsi que le nouveau coefficient d'ionisation α' de l'acide éthanoïque dans ce mélange.
7. A un volume V de la solution A, on ajoute le même volume d'eau. Le pH du mélange vaut 3,05.
   Calculer le nouveau coefficient d'ionisation α'' d'acide éthanoïque dans la solution obtenue.
8. En comparant les valeurs α, α'et α'', que peut dire sur l'équilibre d'ionisation de l'acide éthanoïque dans l'eau ?

Exercice 2

1. L'analyse d'un corps indique les pourcentages des masses suivants : %C = 85,71 et %H = 14,29. La densité de vapeur de corps est $d = 1,93$. Donner :
   (a) Sa formule brute ;
   (b) Ses isomères et leurs noms.
2. L'hydratation de l'un des isomères en présence d'un catalyseur approprié conduit à deux alcools A et B. On notera A l'alcool qui correspond à la classe la plus élevée. On réalise l'oxydation ménagée de A à l'aide d'une solution aqueuse de permanganate de potassium en milieu acide. On constate un changement de couleur. On obtient un seul produit C et l'oxydation ménagée de B conduit a deux (2) produits E et D.

(a) Identifier l'isomère en question et donner son nom.
(b) Donner les formules semi-développées et les noms de A, B, C, D et E. Ecrire l'équation bilan de la réaction chimique qui conduit de A à C.
(c) Préciser la couleur du milieu réactionnel avant et après réaction.

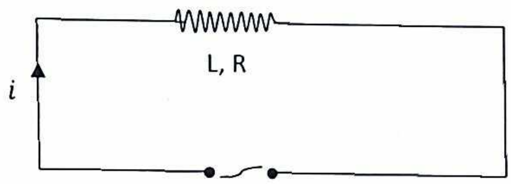
3. On fait subir aux produits C et D différents tests dans le but de vérifier leurs fonctions chimiques.
   - Que donne le test du 2,4-dinitrophénylhydrazine ?
   - Que donne le test de la liqueur de Fehling ?

Physique

Exercice 1

Une bobine de résistance R et d'inductance L est connecté à un générateur G qui délivre entre bornes une tension alternative sinusoïdale instantanée $u = U\sqrt{2}\cos(2\pi t)$ de valeur efficace U = 5V et de fréquence f

1. Donner, sans démonstration, l'expression de l'impédance Z de la bobine en fonction de R, L et f
2. La tension efficace U étant maintenue constante égale à 5V, on fait varier f.
   Lorsque cette fréquence est $f_1 = 50\text{Hz}$, l'intensité efficace du courant traversant la bobine $I_1 = 1\text{A}$ et lorsqu'elle devient $f_2 = 100\text{Hz}$, l'intensité efficace prend la valeur $I_2 = 0{,}625\text{A}$
   (a) En vous servant de ces deux expériences, déterminer la résistance R et l'inductance L de la bobine
   (b) Donner l'expression numérique de l'intensité instantanée i du courant en fonction du temps t, pour chacune des deux expériences réalisées.
   (c) Quelles est la puissance électrique moyenne dans la bobine au cours de chacune des expériences ?



Exercice 2

1. Une automobile décrit une trajectoire rectiligne dans un repère $(O; \vec{i})$. Son accélération est constante. A l'instant $t_0 = 0s$, l'automobile part d'un point M_0. A l'instant $t_1 = 3s$, l'automobile passe par le point M_1 d'abscisse $X_1 = 59m$ à la vitesse algébrique $V_{1x} = 6\text{m/s}$. Elle arrive ensuite au point M_2 d'abscisse $X_2 = 150m$ à la vitesse algébrique $V_{2x} = 20\text{m/s}$.
   (a) Etablir l'équation horaire du mouvement de l'automobile.
   (b) A quel instant t_2 l'automobile passe-t-elle par le point M_2 ?
   (c) Calculer la longueur l du trajet effectué par l'automobile pendant la phase d'accélération dont la durée est fixée à 20s.
2. A la date $t = 1s$, une moto se déplaçant sur la même droite à la vitesse constant $V'_x = 20m/s$ passe par le point M' d'abscisse $x' = -5m$. Pendant toute la durée du mouvement fixée à 20s, la moto va d'abord dépasser l'automobile, ensuite l'automobile va rattraper la moto.
   Déterminer :
   (a) L'équation horaire du mouvement de la moto dans le repère $(O; \vec{i})$.
   (b) Les dates des dépassements.
   (c) Les abscisses des dépassements.
   (d) La vitesse de l'automobile au moment où elle rattrape la moto.
   (e) La distance d parcourue par la moto entre les dates $t = 1s$ et la date ou elle dépasse l'automobile.

Exercice 3

Un jeu d'enfant consiste à lancer un palet à l'aide d'un lanceur. Le palet doit atterrir dans un réceptacle placé sur le plan horizontal en un point I tel que $\mathbf{O'I = 1,1m}$. Le lanceur, constitué d'un ressort à spires non jointives et de constante de raideur $\boldsymbol{k = 125\text{N}/m}$ permet de communiquer au palet de masse $\boldsymbol{m = 50g}$, une vitesse v_A au point A (coir figure).
On néglige les forces de frottement. L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est prise suivant l'axe $\overline{AI}$. Données : $\boldsymbol{g = 10m/s^2}$; $\boldsymbol{h = 1m}$; $\boldsymbol{\alpha = 30°}$

1. **Etude énergétique**

Le chef du groupe comprime le ressort d'une distance $x_0 = 10cm$ de sa position initiale A (ressort au repos) et place le palet juste à l'extrémité libre A' du ressort puis le relâche

(a) Nommer la forme d'énergie que possède le système {ressort + palet} au point A' juste avant le relâchement puis donner son expression.

(b) Nommer la forme d'énergie que possède le palet au point A lorsque le ressort reprend sa position initiale puis donner son expression.

(c) Calculer alors la vitesse du palet sur ce trajet.

2. **Etude du mouvement du centre d'inertie du palet sur BO**

(a) Faire le bilan des forces appliquées au palet et représenter-les sur un schéma

(b) On note $\vec{a} = a.\vec{u}$ le vecteur-accélération du centre d'inertie du palet. Etablir l'expression de l'accélération a

(c) En déduire la nature du mouvement du palet sur ce trajet.

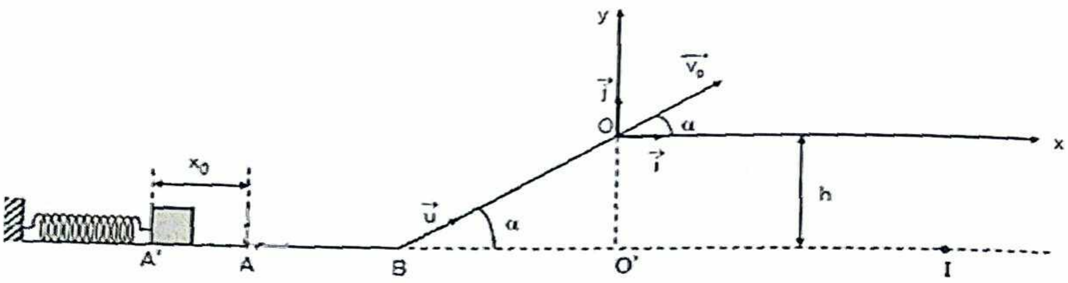
(d) Etude du mouvement du centre d'inertie G du palet dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$

3. Le palet arrive en O, avec une vitesse $v_0 = 2,2m/s$ (voir figure)

(a) Déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie G du palet dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$

(b) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire

(c) Montrer que le palet atterrit dans le réceptacle



Exercice 1

Une solution d'acide méthanoïque de concentrations 0,10mol/l a un pH=2,4 à 25°C

1. Donner la formule de la base conjuguée de l'acide méthanoïque et son nom.
2. Recenser toutes les espèces chimiques en solution puis calculer leurs concentrations molaires volumiques
3. En déduire le coefficient d'ionisation α de l'acide méthanoïque dans l'eau
4. Exprimer puis calculer la constante d'acidité du couple acide méthanoïque/ion méthanoate puis en déduire le pK_a de l'acide méthanoïque dans l'eau.
5. On prélève 10ml d'acide méthanoïque et on y ajoute 90ml d'eau. Le pH du mélange devient 2,9.
   (a) Calculer les concentrations molaires des espèces dissoutes
   (b) Déduire le coefficient d'ionisation α' de l'acide méthanoïque dans la nouvelle solution.
   (c) Comparez les valeurs de α et α' puis conclure.
6. Calculer les nouvelles valeurs du K_a et du pK_a de cet acide. Conclure.

Exercice 2

On fait réagir du dichlore sur du propane. Au cours de la réaction, il apparait deux isomères monosubstitués.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction ainsi que les formules semi-développées de ces deux isomères. Donner leur nom systématique.

2) On sépare, par une méthode appropriée, l'isomère le plus abondant noté B_1. B_1 réagit avec la soude par substitution d'un groupement OH à l'atome de chlore : on obtient du chlorure de sodium et un alcool B_2. Par oxydation ménagée, B_2 donne un composé B_3 qui réagit avec le réactif de Schiff.
Ecrire les formules semi-développées des composés B_3, B_2 et B_1 en justifiant le choix des formules retenues.

3) L'oxydation de B_3 donne un acide carboxylique B_4. Ecrire la formule développée de B_4.

Physique

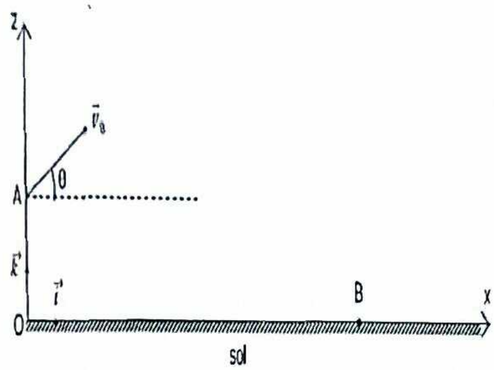
Exercice 1

Au cours d'une séance d'Education Physique et Sportive (EPS) au Lycée le « **Scientifique la Médaille** », un élève de la Terminale S, CARINE est choisie comme premier lanceur. Elle soulève le « poids » de masse $m = 5{,}00kg$, de centre d'inertie G et le lance dans l'espace de réception. Lorsque l'objet quitte sa main :

- Le centre d'inertie G se trouve au point A tel que $OA = h = 1{,}70m$;
- Le vecteur-vitesse $\vec{V_0}$ fait un angle θ avec l'horizontal

Lorsque le « poids » arrive au sol, G coïncide avec le point B. On prendra t=0s l'instant ou le « poids » quitte la main au point A. On négligera l'action de l'air et on prendra $g = 9{,}8m.s^{-2}$

1. Etablir les équations horaires du mouvement de G dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{k})$, puis l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Donner la nature de la trajectoire et la tracer qualitativement.



3. **CARINE** effectue trois essais et on retient la meilleure performance.
   (a) **Premier essai** : $\theta = 30°$; $OB = X_1 = 8{,}74m$
      3) Déterminer l'expression de :
      ✓ La vitesse V_0 en fonction de g, X_1, θ et h
      ✓ La hauteur maximale H_{max}, par rapport au sol atteinte par le « poids »
      4) Calculer la valeur numérique de V_0 et de H_{max}
   (b) **Deuxième essai** : $\theta = 45°$, V_0 a la même valeur qu'au premier lancer et $OB = X_2$
      Déterminer X_2. Comparer X_1 et X_2
   (c) **Troisième essai** : $\theta = 60°$; $V_0 = 8{,}60m.s^{-1}$ et $OB = X_3$
      ➢ Déterminer X_3
      ➢ Comparer X_2 et X_3
4. (a) Quel est le meilleur essai ?
   (b) Pour une vitesse initiale donnée, comment doit-on lancer le « poids » pour obtenir la meilleure performance ?
   (c) Déterminer les caractéristiques de la vitesse en B pour le meilleur essai.

Exercice 2

On considère un solénoïde AB dont les caractéristiques sont les suivants : Longueur $l = 50cm$; Nombre de spires N = 2000 ; Rayon $r = 10cm$; Résistance négligeable. Ce solénoïde est parcouru de A vers B par un courant d'intensité I=10A (voir figure 1). On prendra : $\pi^2 = 10$ et $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}SI$

1. Donner les caractéristiques du champ magnétique créé dans la région centrale du solénoïde. On supposera uniforme le champ magnétique à l'intérieur
2. Montrer que son inductance a pour expression : $L = \frac{\mu_0}{}$
   Avec S l'aire d'une spire. Calculer L

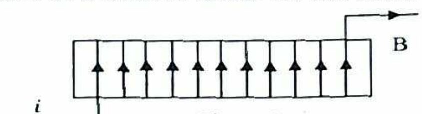


Figure 1

3. Les armatures d'un condensateur de capacité $C = 10^{-6}F$, chargé sous une tension U=10V, sont reliées au solénoïde (A, B). A l'instant t=0s pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K. L'intensité $i(t)$ du courant est comptée positivement quand le courant circule dans le sens indiqué la figure 2. On désigne respectivement par q_0 et par E_0 la charge et l'énergie du condensateur à l'instant t=0s. On appelle q la charge de l'ar… ire reliée au point M à une date t quelconque. On précise qu'à l'instant t=0s … positivement.

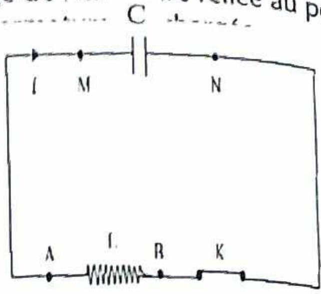


Figure 2

(a) Exprimer et calculer la charge q_0 du condensateur.
(b) Exprimer et calculer E_0 emmagasinée par le condensate
(c) Etablir l'équation différentielle de ce circuit oscillant.
(d) En déduire la pulsation propre ω_0
(e) Déterminer l'expression de la charge q en fonction du t

Sujet 32

Chimie

Exercice 1

1. Un bécher contient $V = 100cm^3$ de benzoate de sodium de concentration $C = 1{,}0.10^{-2}mol/l$. On mesure le pH et on trouve 8,1.
   (a) Ecrire l'équation bilan qui traduirait la dissolution totale de sodium dans l'eau (le benzoate de sodium pur, de formule $\mathbf{C_6H_5COONa}$, se présente sous forme de cristaux blancs).
   (b) Pourquoi la mesure du pH permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau. Exprimer la constante K de cette réaction et en déterminer un ordre de grandeur.
2. On ajoute à cette solution un volume $V' = 5{,}0cm^3$ de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C' = 1{,}0.10^{-2}mol/l$. Le pH vaut alors 5,5. En déduire quelle est l'espèce du couple acide benzoïque/ion benzoate qui prédomine ?

Exercice 2

Un composé organique A a une densité $d = 3{,}034$ contient en masse environ 68,2% de carbone ; 13,6% d'hydrogène.

1. Déterminer la formule brute du composé A.
2. Le composé A est un alcool à chaîne ramifiée. Montrer qu'il existe cinq formules développées possibles pour A. On nommera les différents isomères ainsi trouvés.
3. On fait subir à A une oxydation ménagée qui conduit à un composant B. B réagit sur la DNPH pour donner un précipité jaune.
   (a) Qu'appelle-t-on oxydation ménagée ?
   (b) Cette seule expérience suffit-elle de déterminer la formule semi-développée de A ? Justifier votre réponse.
   (c) Le composé B ne réagit pas sur la liqueur de Fehling. Cette expérience permet-elle de lever l'ambiguïté de la question b) ? Donner les formules semi-développées des corps A et B. Nommer B.
4. Ecrire l'équation de l'oxydation de A par dichromate de potassium en milieu acide. $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$

Physique

Exercice 1

1. Entre deux points M et N, on branche en série une bobine d'inductance $L=10^{-3}H$ une résistance $R=0{,}2\Omega$ et un condensateur de capacité C variable. On produit entre ces deux points une tension sinusoïdale de fréquence $f=10^5Hz$ et de valeur efficace $U=10^{-4}V$. quelle valeur C_1 faut donner à la capacité du condensateur pour que l'intensité efficace du courant dans le circuit soit maximale. Calculer cette intensité I_1.
2. Le condensateur ayant la capacité C_1, la tension appliquée entre M et N devient : $U(t) = 10^{-4}\sqrt{2}\sin(2{,}5\ 10^5\pi t)$. Calculer l'intensité efficace I_2 dans le circuit.

3. Le solide S_1 aborde en C le tronçon CD horizontal et vient heurter, avec une vitesse V_0, un solide S_2 ponctuel, de masse $m_2 = 150\,g$, soudé à l'extrémité O_1 d'un ressort horizontal à spires non jointives et de raideur $K = 10\,N.m^{-1}$ dont l'autre extrémité est attaché au point D. Apres le choc supposé mou et très bref, les solides S_1 et S_2 restent collés l'un à l'autre.
   (a) Déterminer les vitesses V_0 et V_G du centre d'inertie respectivement juste avant et après le choc.
   (b) Apres le choc, le ressort subit une compression maximale X_m.
   Déterminer X_m, et la période propre T_0 des oscillations

Sujet 33

Chimie

Exercice 1

Une solution d'ammoniac de concentration $C = 10^{-2} mol/l$ a un pH = 10,65

1. Ecrire l'équation de l'ionisation de l'ammoniac dans l'eau. Quel est l'acide conjuguée de l'ammoniac ?
2. Calculer les concentrations de toutes les espèces dissoutes en solution. En déduire la constante d'acidité k_a ainsi que son pk_a du couple.
3. Calculer le coefficient d'ionisation α de l'ammoniac dans l'eau.
4. A $40ml$ de la solution précédente, on ajoute $10ml$ de solution de chlorure d'ammonium à $0{,}1mol/l$. Le pH du mélange vaut alors 8,9.
   (a) Calculer les concentrations de toutes les espèces dissoutes.
   (b) En déduire la constante d'acidité k_a ainsi que pk_a du couple. Comparer les deux valeurs du pk_a calculées en 1) et 4). Conclure.
5. Des deux bases suivantes NH_3 et $CH_3 - NH_2$, laquelle est la plus forte. On donne $pk_a(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 10{,}6$

Exercice 2

Afin d'identifier un alcool A de formule $C_nH_{2n+1} - OH$. On prélève deux échantillons de ce même alcool de masses respectives $m_1 = 3{,}7g$ et $m_2 = 7{,}4g$ et on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1 : La combustion complète de l'échantillon de masse $m_1 = 3{,}7g$ fournit $8{,}8g$ de dioxyde de carbone.

1. Ecrire l'équation générale de la réaction de complète.
2. Montrer que la masse molaire de l'alcool A est de la forme $M(A) = 18{,}5n$
3. En déduire alors la formule brute de A.
4. Donner la formule semi-développée, le nom et la classe de tous les alcools isomères de A.

Expérience 2 : L'oxydation ménagée de l'échantillon de masse $m_2 = 7{,}4g$ par une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration $C = 0{,}8mol/l$ fournit un composé B qui réagit avec la 2,4 – DNPH mais est sans effet sur le réactif de Tollens

1. Identifier A. on précisera sa formule semi-développée, classe et son nom.
2. Préciser la formule semi-développée et le nom de B.
3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'oxydation de A par le permanganate de potassium.
4. Quel volume de KM_nO_4 a-t-on utilisé pour oxyder tout l'échantillon de masse m_2 de l'alcool A ?

Physique

Exercice 1

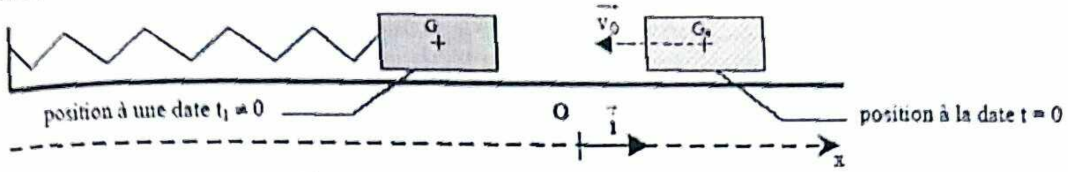
Soit un circuit excité par une tension sinusoïdale de fréquence f et de pulsation ω

1. Donner l'expression de l'impédance du circuit et l'expression du déphasage φ du courant sur la tension.
2. Exprimer la valeur f_0 de la fréquence pour laquelle l'intensité est en phase avec la tension.
3. Montrer qu'il existe deux valeurs f_1 et f_2 de la fréquence pour lesquelles le déphasage φ du courant sur la tension à la même valeur absolue.
4. Etablir de deux façons que $f_1 f_2 = f_0^2$
5. Soit un circuit tel que : $L = 2H$; $C = 10\mu F$; $f = 50Hz$.

3. Exprimer en fonction du temps la valeur instantanée de l'intensité du courant $i_2(t)$.
4. Comparer les valeurs I_1 et I_2. Indiquer ce que l'on pourrait faire pour redonner à l'intensité efficace I_2 une valeur égale à I_1 .
5. Quelle application pratique peut-on envisager pour ce montage. Pour tout problème, on prendra $\pi^2 = 10$.

xercice 2

Un pendule élastique est constitué d'un mobile de masse $m = 100g$ pouvant se deplacer sur un banc à coussin d'air horizontal. Ce mobile est attaché à un point fixe par rapport un ressort à spires non jointes de raideur $k = 10N/m$. A l'équilibre, la position du centre d'inertie du mobile coincide avec le point O, origine du repere $(O; \vec{i})$. On écarte le solide de sa position d'équilibre et on le lance une vitesse V_0 à un instant pris comme origine des dates.



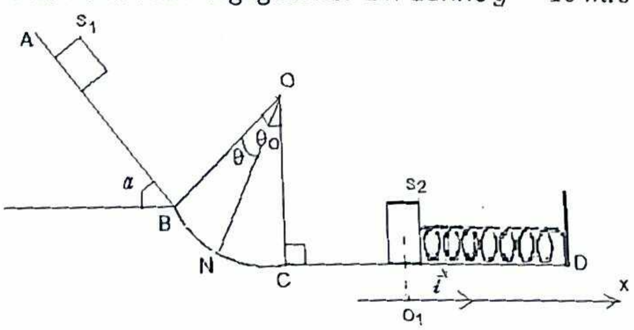
Le rérentiel terrestre est consideré comme galiléen pendant la durée de l'étude. Les frottements exercés par l'air peuvent etre modélisés par une force $\vec{f}$ colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse $\vec{v}$ du centre d'inertie G du mobile telle que la valeur de f soit $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ avec α étant une constante positive.

1. Etablir l'équation differentielle verifiée par l'abscisse x du centre d'inertie G du mobile, par une étude dynamique.
2. On suppose maintenant que les frottements exercés par l'air sont négligeables.
   (a) Dans ce cas, en déduire l'équation differentielle du mouvement.
   (b) L'équation differentielle admet une solution de la forme $x = x_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_0\right)$. Donner l'expression littérale de la période propre T_0 en fonction des grandeurs caracteristiques de l'oscillateur. Calculer T_0.
   (c) Calculer les valezurs de x_m et de φ_0 sachant que : $x(t = 0) = x_0 = +2{,}0cm$ et $v_x(0) = v_{0x} = -0{,}2m/s$.
   (d) Etablir les expressions de l'énergie cinétique E_C et de l'énergie potentielle E_P de l'oscillateur en fonction du temps, puis en déduire l'expression de son énergie mécanique E en fonction de k et x_m. Calculer E.
   (e) Tracer, dans un meme système d'axes, les graphes $E_C(t) = f(t)$ et $E_P(t) = f(t)$.

Exercice 3

Une piste AB est constituée par un plan de longueur $\ell = 0{,}4\,m$ incliné d'un angle $\alpha = 50°$ sur l'horizontale en raccordant tangentiellement à une surface cylindrique BC de centre O et de rayon $r = OB = 0{,}5\,m$ et d'angle au centre $\widehat{BOC} = \theta_0 = 60°$; le tronçon est raccordé tangentiellement en C à une pente rectiligne horizontale CD 'voir fig.

Un solide ponctuel S_1 de masse $m_1 = 50\,g$ est abandonné sans vitesse initiale au point A. Les frottements sont négligeables. On donne $g = 10\,m.s^{-2}$.



1. Déterminer la valeur V_B de de la vitesse de S_1 en B.
2. Donner l'expression de V_N de S_1 lors de son passage par la position N de BC définie par l'angle $\widehat{BON} = \theta$. En déduire l'expression de V_C puis calculer.

(d) Calculer la résistance du circuit sachant que le déphasage de la tension sur l'intensité est $\varphi = \frac{\pi}{4}$

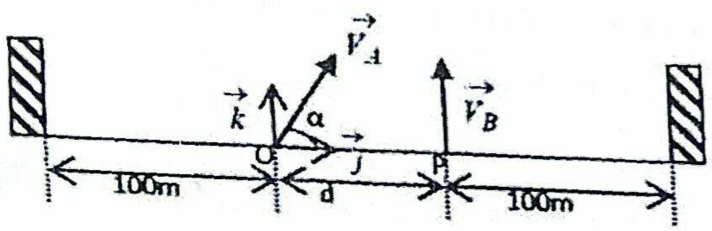
(e) Calculer la fréquence propre du circuit.

(f) En déduire la fréquence f à imposer au **GBF** pour que le déphasage entre la tension et l'intensité soit de $-\frac{\pi}{4}$

Exercice 2

Deux fusées A et B doivent être tirées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et distants de $d = 30m$. Les fusées vont exploser à la date $t_1 = 4s$ après leur lancement. B est tirée de P avec une vitesse $\overrightarrow{v_B}$ verticale. A est tirée de O avec une vitesse $\overrightarrow{v_A}$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale et située dans le plan vertical que $\overrightarrow{v_B}$. On donne $v_B = 50m/s$; $v_A = 51{,}4m/s$

1. Dans le repère $(O; \vec{\imath}; \vec{\jmath})$ établir, sous forme littérale uniquement, les équations horaires des mouvements de chaque fusée après leur lancement, instant qui sera choisi comme instant initial. Préciser la nature de leur trajectoire ; en donner l'allure.
2. Déterminer l'inclinaison α de la vitesse $\overrightarrow{v_A}$ de A pour que l'explosion ait lieu à la verticale de P.
3. Quelle la distance qui sépare les deux fusées au moment de l'explosion ?
4. Les barrières de sécurités pour les spectateurs sont installées de façon à respecter la distance de $100m$ des points de lancement O et P, Ces spectateurs sont-iles en sécurité lors de la retombée des fusées en cas de non explosion en altitude ?



Sujet 34

Chimie

Exercice 1

Voici les pK_A des différents couples acide/Base :

CH_3COOH/CH_3COO^- : 4,75 ; $CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$: 2,9; CCl_3COOH/CCl_3COO^- : 0,7

1. Quel est l'acide le plus fort ? Quel est l'acide le plus faible ? Quelle est la base la plus forte ?
2. On prend $100cm^3$ d'une solution de méthanoate de sodium ($HCOONa$) dont la concentration est de $10^{-2}mol/l$ et on ajoute $50cm^3$ d'acide chlorhydrique de concentration $10^{-2}mol/l$. Le pH de la solution est de 3,8.
   (a) Préciser la nature et la concentration des espèces chimiques en solution.
   (b) En déduire le pK_A du couple $HCOOH/HCOO^-$.

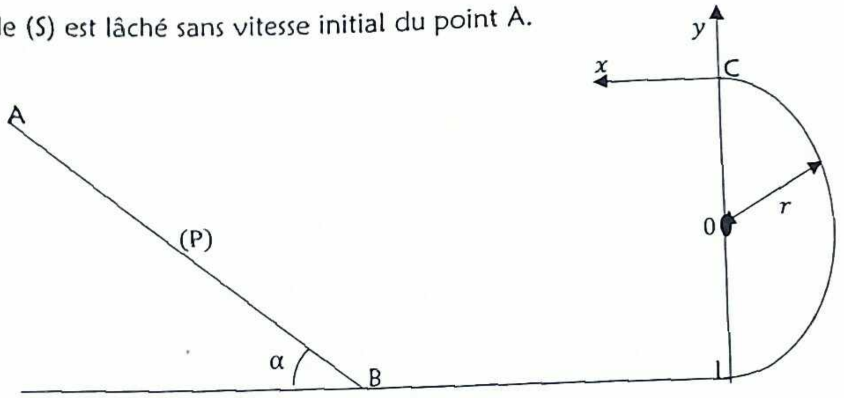
Exercice 2

1) L'alcène $R - CH = CH_2$ est hydraté en présence de l'acide sulfurique. Quels sont les deux composés successibles d'être obtenus ?
2) Pratiquement, on considère qu'un seul composé se forme. Soit A ce composé. On fait réagir $20g$ de A dans une solution de dichromate de potassium et d'acide sulfurique. Le composé B obtenu de masse molaire $M = 58g/mol$ donne un précipité avec la DNPH mais ne réduit pas la liqueur de Fehling. En déduire la nature de B et de A. Ecrire leurs formules et donner leur nom.
3) Ecrire l'équation de la réaction entre le composé A et l'ion dichromate.
4) Quel volume minimal de solution de dichromate de potassium de concentration $C = 1\ mol/l$ faut-il utiliser pour que la totalité du composé A soit oxydée ?

Physique

Exercice 1

1. Un solide (S), assimilable à un point matériel de masse $m = 1{,}25kg$ se déplace sans frottement sur une piste dont la coupe passe par un plan vertical est représentée par la figure ci-dessous : (P), plan incliné d'un angle α sur l'horizontal BI, $\widehat{IC}$ demi-circonférence de centre O et de rayon r.
Le solide (S) est lâché sans vitesse initial du point A.



(a) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique l'on énoncera, déterminer la vitesse du solide en B en fonction de g, d et α. Calculer V_B pour $d = 5m$.
(b) Exprimer en fonction de d et α, la valeur maximale de r pour que le solide ne décolle pas de la piste en C. Calculer sa valeur.

2. La piste s'arrête en C. on donne $r = 1m$.
(a) Calculer la valeur de la vitesse en C.
(b) Dans le repère$(C_x, ; C_y)$, établir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide.
(c) A quelle date le solide arrive-t-il sur l'horizontale BI de longueur suffisante ?
(d) Donner en ce point, les caractéristiques de sa vitesse.
Données : $\alpha = 30°$; $AB = d = 5m$; $g = 10m/s^2$; $\pi^2 = 10$

Exercice 2

Un générateur délivrant une tension sinusoïdale $U(t)$ de valeur efficace $U = 6V$ et de fréquence N, est branché aux bornes A et B d'un circuit comprenant, montés en série :

- Un résistor $R = 23\Omega$.
- Un condensateur de capacité $C = 2{,}5\mu F$.
- Une bobine inductive de coefficient d'auto-induction L et de résistance inconnus.
- Un ampèremètre d'impédance négligeable.

1. Pour la pulsation correspondant à la fréquence N, donner l'expression de l'impédance Z_{AB} du dipôle AB.
2. On fait varier la fréquence N et on note les valeurs correspondantes de 1). On constate que l'intensité du courant est maximale $(I_0 = 0{,}2A)$ pour la fréquence $N_0 = 100Hz$.
(a) Calculer alors l'impédance Z_{AB}.
(b) En déduire les caractéristiques r et L de la bobine.
3. La fréquence vaut maintenant $N_1 = 80Hz$. Représenter l'allure du diagramme de Fresnel correspondant sur lequel on fera apparaitre la phase φ de la tension U en prenant l'intensité I comme origine des phases.

Sujet 35

Chimie

Exercice 1

On dispose deux solutions aqueuses décimolaires d'ammoniac et de diéthylamine dont les pH respectifs sont 11,1 et 11,7.

1. Ecrire les équations des réactions avec l'eau, de l'ammoniac et de la diéthylamine.
2. Quels sont les couples acide-base correspondant à l'ammoniac et à la diéthylamine ?
3. Quelles sont les concentrations molaires des différentes espèces présentes dans ces solutions ?
4. En déduire les constantes pK_a de ces deux couples acide-base. Quel est l'acide le plus fort ? Quelle est la base la plus forte ?

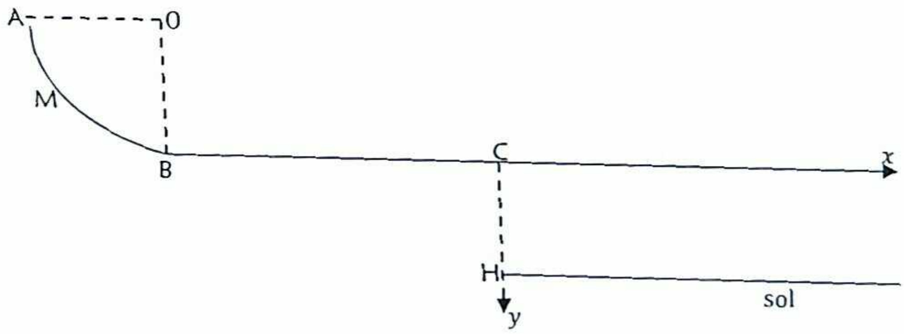
Exercice 2

1. On prépare un alcool A par de l'eau sur un alcène B de formule C_nH_{2n}. Ecrire l'équation de la réaction.
2. La combustion complète de $m(g)$ de A donne $m'(g)$ de dioxyde de carbone et $m''(g)$ de l'eau tel que $\frac{m'}{m''} = \frac{11}{6}$
   (a) Ecrire l'équation de combustion de A.
   (b) En déduire la valeur de n et les formules de A et B.
   (c) Ecrire les formules semi-développées possibles de A et B.
3. L'alcool A donne, par oxydation au dichromate en défaut, un composé qui réagit avec la DNPH, mais n'a aucun effet sur la liqueur de Fehling.
   (a) Quelle est la formule développée de A ? Quel est son nom ?
   (b) Ecrire la réaction d'oxydation de A dans le dichromate.
   (c) Quelle masse de dichromate de potassium faut-il pour l'oxydation de $100g$ de cet alcool ? Quelle est la masse du produit obtenu sachant que le rendement de la réaction est de 85% ?
   On donne en g/mol : $M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$; $M(K) = 39$; $M(Cr) = 52$

Physique

Exercice 1

Une gouttière ABC sert de parcours à un mobile supposé ponctuel de masse $m = 0{,}1kg$. Le mouvement a lieu dans le plan vertical (voir figure ci-dessus). $OB = OA = r = 1m$; $CH = d = 1{,}25m$; $BC = L = 1{,}5m$; $g = 10m/s^2$.



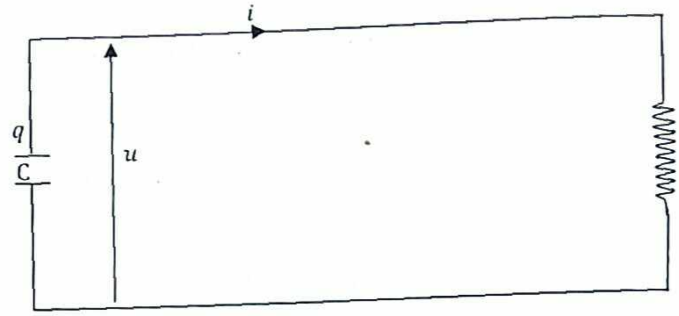
1. Sa partie curviligne AB est un arc de cercle parfaitement lisse. Le mobile est lancée en A avec une vitesse $v_A = 5m/s$ verticale dirigée vers le bas et glisse sur la portion curviligne AB.
   (a) Etablir l'expression de la vitesse v_M du mobile en point M, tel que l'angle $(\widehat{\overrightarrow{OM}; \overrightarrow{OB}}) = \theta$, en fonction de v_A ; g ; r et θ. Calculer numériquement pour $\theta = 0°$, la vitesse v_M au point B.
   (b) Etablir l'expression de la réaction R_M de la piste sur le mobile en M en fonction de m, g, r ; v_A et θ. Calculer numériquement R_M en B
2. La portion BC rectiligne et horizontale est rugueuse, les frottements sont assimilables à une force unique $\vec{f}$ constante opposée au mouvement d'intensité f. Sachant que le mobile arrive en C avec une vitesse $v_C = 5m/s$, déterminer l'intensité de la force f, et l'équation horaire du mobile sur la portion BC.

3. (a) Au point C situé à une hauteur $d = CH = 1{,}25m$ du sol horizontal, le solide quitte la gouttière avec la vitesse v_C précédente. Déterminer l'équation trajectoire du mobile dans le repère $(C; \vec{i}; \vec{j})$
   (b) Calculer l'abscisse du point d'impact du mobile sur le sol.
   (c) Donner les caractéristiques du vecteur-vitesse du mobile au sol.

Exercice 2

On réalise un circuit un circuit oscillant en associant comme indique la figure, un condensateur de capacité C et une bobine d'une d'inductance $L = 40mH$ et de résistance négligeable. Le circuit est le siège d'oscillation électrique de fréquence $f_0 = 800Hz$.

1. Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit et la valeur de la capacité C du condensateur.
2. Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité à l'instant $t = 0s$ est maximale et a pour valeur $I_m = 2A$. Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ en fonction de temps.
3. Exprimer la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de temps. A quelles dates la charge q est –elle pour la première fois :
   - Positive et maximale ?
   - Négative et minimale ?
4. Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle (s) forme(s) existe-t-elle ?
5. Calculer l'énergie électrostatique Ee et l'énergie magnétique Em aux instants $t' = 6{,}25.10^{-4}$s et $t'' = 2.10^{-4}$s.



Sujet 36

Chimie

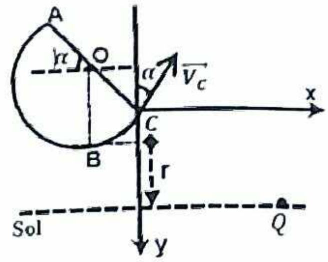
Exercice 1

1. Le pH d'une solution S_1 d'hydroxyde de sodium est 12. Combien de moles de soude a-t-on dissout dans un litre d'eau pour préparer cette solution ?
2. L'acide éthanoïque est un acide faible de constante d'acidité $k_a = 1{,}6.10^{-5}$. La mesure du pH d'une solution S_2 de cet acide donne 3,4.
   (a) Ecrire l'équation bilan de cet acide avec l'eau.
   (b) Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution et en déduire la concentration initiale de la solution S_2.
   (c) Calculer le coefficient d'ionisation α de cet acide.
3. On mélange le volume $v_1 = 20cm^3$ de la solution S_1 avec un volume $v_2 = 40cm^3$ de la solution S_2.
   (a) Quel est le pH de ce mélange ? Comment appelle-t-on ce genre de solution ? Quelle propriété remarquable possède ce mélange ?
   (b) On ajout une masse m de soude au mélange précédent, le pH devient alors 4,9. Déterminer la valeur de cette masse si on néglige la variation du volume.
   On donne en g/mol : $\mathbf{M(Na) = 23}$; $\mathbf{M(O) = 16}$; $\mathbf{M(H) = 1}$

Exercice 2

1. Donner les formules semi-développées des composés suivants :
   (a) $3 - éthyl - 3{,}4 - diméthylhexanal$;
   (b) 3,5,5−triméthylheptan-2-one ;
   (c) N−$éthyl$, N − $méthylpropanamine$;
   (d) $Acide - 2 - amino, 3 - méthylpentanoique$

3. On néglige à nouveau les frottements et la bille qui la piste au point C avec la vitesse précédente v_C.
   (a) Donner l'équation de la trajectoire de la bille dans le repère $(Cx; Cy)$
   (b) Déterminer les coordonnées du points Q où la bille touche le sol, sachant que le sol horizontal se trouve à une distance $r = 0{,}5m$ du point B.
   (c) En déduire la distance CQ et la vitesse de la bille lorsqu'elle touche le horizontal en Q.



Sujet 37

Chimie

Exercice 1

Soit S_1 une solution d'ammoniac ($ka_1 = 5.10^{-10}$) de concentration $C_1 = 1{,}0.10^{-2} mol/l$ et de pH = 10,6 et S_2 une solution de diéthylamine ($ka_2 = 3{,}2.10^{-11}$) de concentration $C_2 = 1{,}0.10^{-2} mol/l$ et de pH = 11,2.

1. Ecrire les réactions d'ionisation de l'ammoniac et de la diéthylamine avec l'eau.
2. Donner l'expression littérale de ka_1 et de ka_2.
3. Après avoir calculer pka_1 et pka_2 comparer la basicité de l'ammoniac à celle de la diéthylamine.
4. Calculer les coefficients d'ionisation α_1 et α_2 caractérisant respectivement l'avancement des réactions d'ionisation de l'ammoniac et de la diéthylamine.
5. On mélange $50 cm^3$ de S_1 et $50 cm^3$ de S_2 pour $100 cm^3$ d'une solution S dont le pH est égal à 11
   Donner les nouvelles valeurs α'_1 et α'_2 des coefficients d'ionisation de l'ammoniac et de la diéthylamine dans le mélange.

Exercice 2

1. On considère un hydrocarbure gazeux A de densité **1,45**. La molécule de A ne comporte pas de cycle. Elle contient **14,3%** en masse d'hydrogène.
   (a) Déterminer la formule brute de A.
   (b) Donner sa formule semi-développée et son nom.
2. La réaction d'hydratation du composé A produit deux (2) composés B_1 et B_2. (B_2 est majoritaire).
   Donner la formule semi-développée et le nom des composés B_1 et B_2
3. Le composé B_1 donne deux (2) composés C et D en présence de dichromate de potassium en milieu acide. Le composé C donne un test positif avec le réactif de Schiff. Une solution aqueuse du composé D est colorée en jaune par quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT).
   (a) Donner la fonction chimique des composés C et D.
   (b) Donner les formules semi-développées et le nom des composés C et D.
4. Le composé D réagit avec le propan-2-ol pour donner un composé E.
   (a) Donner le nom de cette réaction et ses caractéristiques.
   (b) Ecrire la formule semi-développée et le nom du composé E.
   (c) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.
5. Le composé D réagit sur le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) pour donner un composé F. Le composé F réagit sur le propan-2-ol pour donner le composé E.
   (a) Donner la fonction chimique, la formule semi-développée et le nom du composé F.
   (b) Donner le nom de la réaction qui produit le composé E et ses caractéristiques.
   (c) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

2. L'hydrolyse d'un Ester a fourni un acide A et un alcool B.

(1) **Détermination de la formule de l'alcool B**

L'analyse élémentaire a permis la détermination de la formule brute de B : $C_4H_{10}O$

(c) L'oxydation ménagée de B par une solution du dichromate de potassium en milieu acide fournit un composé B'. Ce composé B' :

- Réagit avec une solution de DNPH
- Ne réagit ni avec une solution de nitrate d'argent ammoniacal (ou réactif de Tollens), ni avec la liqueur de Fehling.

(iii) Que peut-on en conclure pour B ? Donner la formule semi-développée de B ainsi que celle du composé B'.

(iv) A quelle fonction B' appartient-il ? Donner le nom de B'.

(d) La molécule de B est-elle chirale ? Justifier votre réponse.

(2) Détermination de la formule de A.

La composition centésimale massique du composé A est la suivante : $\%C = 48{,}6\%$; $\%H = 8{,}1\%$ et $\%O = 43{,}2\%$

Sachant que la masse molaire moléculaire du composé A est $M = 74g/mol$.

(c) Déterminer sa formule brute, sa formule semi-développée et son nom.

(d) En déduire la formule semi-développée de l'ester E.

Données : $M(H) = 1g/mol$; $M(C) = 12g/mol$ et $M(O) = 16g/mol$

Physique

Exercice 1

1. Une bobine assimilable à un solénoïde de longueur $l = 1{,}5m$, de rayon $r = 10cm$ et d'inductance $L = 0{,}1H$ et de résistance $r = 5\Omega$ traversé par un courant d'intensité $i = 300mA$.
   (a) Calculer le flux d'auto-inductance à travers la bobine.
   (b) Donner les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ créé à l'intérieur du solénoïde.
   (c) Le courant est continu, d'intensité constant I. Calculer la tension aux bornes de cette bobine.
   (d) L'intensité du courant varie maintenant au cours du temps. A l'instant t_1 : $i = 300mA$ et $\frac{di}{dt} = 2A/s$. Calculer la tension aux bornes de la bobine à l'instant t_1.
   (e) Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine à l'instant t_1.
2. On relie les bornes de la bobine précédente, de résistance négligeable et d'inductance $L = 0{,}1H$ à un condensateur de capacité $C = 10\mu F$. A l'instant $t = 0s$, l'intensité est nulle et la tension aux bornes est $U = 10V$.
   (d) Quel phénomène physique se produit-il dans le circuit ? Calculer la charge initiale Q_0 du condensateur.
      (a) Etablir la relation différentielle liant $\frac{d^2u}{dt^2}$, u, L et C. En déduire la pulsation propre ω_0 des oscillations électriques.
      (b) Exprimer en fonction du temps t, les variations de la tension $u(t)$ et de l'intensité $i(t)$ du courant.
      (c) Ecrire l'énergie électromagnétique totale du courant puis retrouver l'équation différentielle précédente.

Exercice 2

Une bille de masse $m = 50g$ se déplace sans frottement dans un plan vertical suivant une piste circulaire ABC de rayon $r = 0{,}5m$. Un système de guidage permet de maintenir en contact permanant avec la piste. On donne $\alpha = 30°$ et on prendra $g = 10m/s^2$.

1. La bille lancée avec une vitesse $\vec{v_A}$ au point A, arrive en C avec une vitesse $v_C = 3{,}75m/s$
   (a) Calculer la vitesse v_A.
   (b) Avec quelle vitesse v_B la bille passe-t-elle au point B ?
   (c) Calculer la réaction R_B qu'exerce la piste sur la bille en B.
2. On suppose que les frottements entre A et C sont équivalent à une force unique $\vec{F}$ parallèle et de sens contraire au vecteur-vitesse de la bille. Sachant que la bille par en A avec la même vitesse v_A calculée précédemment, calculer la vitesse v_C de la bille en C sachant que $F = 0{,}1N$.

Physique

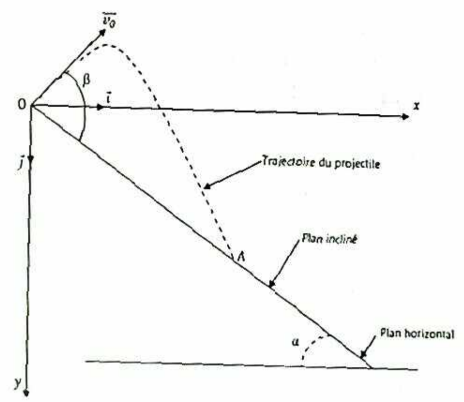
Exercice 1

Un dipôle AB est constitué d'un résistor (ou conducteur ohmique) de résistance $R = 400\Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 200mH$ et de résistance $r = 10\Omega$, associés en série. On applique entre A et B une tension sinusoïdale alternative $u(t) = 80\cos(100\pi t)$

1. (a) Calculer la valeur maximale I_m de l'intensité efficace I du courant dans la bobine.
   (b) Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le dipôle AB ainsi que les expressions des tensions instantanées aux bornes du résistor et de la bobine.
2. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle AB
3. On ajoute maintenant dans le circuit un condensateur de capacité C, dissipé en série avec la résistance et la bobine. On constate alors que la tension et le courant sont en phase.
4. Quel est le phénomène observé ? En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
5. Calculer dans ces conditions l'intensité efficace du courant dans le circuit.

Exercice 2

Au cours d'une sortie pédagogique, les élèves de la terminale S se proposent d'appliquer leurs connaissances en dynamique à l'étude du mouvement de chute libre. Du haut d'une colline dont le versant à la forme d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale, ils lancent un projectile supposé ponctuel, de masse m, à partir d'un point O avec une vitesse initiale $\vec{v_0}$ faisant un angle β avec le plan incliné $(\beta > \alpha)$. L'origine des dates t_0 est prise au moment du lancer du projectile en O. L'étude du mouvement est rapportée au repère d'espace $(0x, 0y)$ muni des vecteurs unitaires $\vec{i}$ et $\vec{j}$ pris dans le plan vertical contenant $\vec{v_0}$ et la ligne de plus grande pente du plan incliné. On néglige l'action de l'air sur le projectile.



1. Par application du théorème du centre d'inert établir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du projectile.
2. Etablir l'expression de la date t_A à la quelle le projectile tombe sur le plan incliné au point A en fonction de α, β, v_0 et de l'intensité de pesanteur g.
3. Montrer que la distance $d = 0A$, appelée portée sur le plan incliné, peut se mettre sous la forme : $d = \frac{2v_0^2 \sin\beta \cos(\beta-\alpha)}{g\,(\cos\alpha)^2}$.
4. Le groupe des élèves effectue des tirs avec des vitesses initiales de même valeur v_0.
   (a) Etablir, en fonction de α, l'expression de la valeur β_L de l'angle β pour laquelle la portée prend une valeur maximale d_{max}.
   (c) En déduire l'expression de cette portée d_{max} en fonction de g, α et v_0.
   (b) On considère un lancer de vitesse initiale $v_0 = 12m.s^{-1}$ avec $\alpha = 60°$
   (c) Calculer β_L et d_{max}.
   (d) Calculer le temps mis par le projectile pour tomber sur le plan incliné pour $\beta = \beta_L$.
   On prendra : $g = 9{,}8m.s^{-2}$

Sujet 38

Chimie

Exercice 1

Un chimiste décide d'identifier un ester E à odeur de banane mure. Il veut utiliser cet ester pour la synthèse de quelques produits cosmétiques.

1. L'hydrolyse de E conduit à un mélange de deux composés organiques A et B. Le composé B a pour formule semi-développée : $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}H}-CH_2-CH_2OH$
   (a) Donner le nom de B
   (b) Donner la fonction chimique de A.
2. La formule brute de A est $C_xH_yO_2$. Sa composition massique centésimale donne les résultats suivants : 40% de carbone, $53,33\%$ d'oxygène et $6,67\%$ d'hydrogène.
   (a) Déterminer x et y.
   (b) Ecrire la formule semi-développée de A.
3. Le composé A réagit avec le chlorure de thionyle et donne un composé organique D.
   (a) Donner le nom de D.
   (b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique de synthèse de D à partir de l'action de A sur le chlorure de thionyle.
4. Identification de la structure de E.
   (a) Donner la formule semi-développée et le nom de E.
   (b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique d'hydrolyse de E.
   (c) Donner les caractéristiques de la réaction d'hydrolyse.
5. Le composé B subit une oxydation ménagée par un oxydant en défaut. Il se forme un composé organique C. L'action de C sur le réactif de Tollens en milieu basique produit un dépôt d'argent métallique.
   (a) Donner la formule semi-développée et le nom de C.
   (b) Préciser la propriété chimique de C mise en évidence par le réactif de Tollens.
   (c) Etablir l'équation-bilan de la réaction de formation du dépôt métallique à partir des demi-équations.

   <u>Données</u> : masses molaires atomiques en g/mol : $\mathbf{C:12}$; $\mathbf{H:1}$; $\mathbf{O:16}$

Exercice 2

1. Soit une solution commerciale A_0 d'acide sulfurique de densité par rapport à l'eau égale à **1,815** et contenant **90%** en masse d'acide sulfurique pur.
   (a) Calculer la quantité de matière de l'acide sulfurique pur dans un litre de solution commerciale.
   (b) En déduire sa concentration molaire.
2. On souhaite préparer un litre d'une solution A_1 de l'acide sulfurique à $\mathbf{4mol/l}$. Quel volume de solution commerciale A_0 faudrait-il prélever ?
3. Ecrire l'équation de la réaction de l'acide sulfurique avec l'eau.
4. La solution A_1 précédemment obtenue sert à préparer deux solutions plus diluées : $500ml$ d'une solution A_2 de pH = 1,5 et $250ml$ d'une solution A_3 de pH = 1. Quels volumes de la solution mère A_1 faudrait-il utiliser pour cela ?
5. Le mélange de A_2 et de A_3 donne une solution A_4. Quel est le pH de cette solution ?
6. On ajoute à la solution A_4 :
   - $\mathbf{100ml}$ d'une solution B de HCl de **pH = 3** ;
   - $\mathbf{200ml}$ d'une solution C de $NaCl$ de concentration $\mathbf{0,025mol/l}$;
   - $\mathbf{150ml}$ d'une solution D de sulfate de sodium (Na_2SO_4) de concentration $\mathbf{0,1mol/l}$.

Calculer le pH de la solution finale E ainsi que la concentration de tous les ions présentes dans cette solution.

Physique

Exercice 1

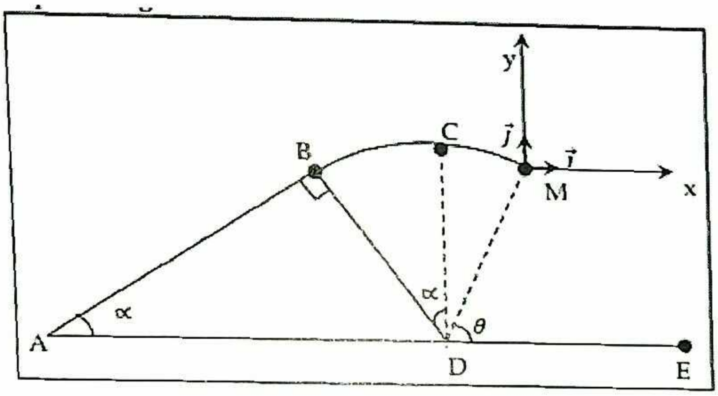
Une piste ABCM est de forme deux parties AB et $\widehat{BM}$.

- AB est une partie rectiligne de longueur $AB = \ell$. Elle fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale ADE.
- $\widehat{BM}$ est une portion de cercle de rayon $r = 2{,}5m$;
- (CD) est perpendiculaire à (AD) ;

On prendra $g = 10m/s$ et $\theta = 80°$

Un solide ponctuel de masse $m = 400g$ est propulsé du point A avec une vitesse $v_A = 8.m/s$.

1. On suppose que les frottements sont négligeables sur la piste ABCM.
   (a) Déterminer les expressions des vitesses du solide en B et en C en fonction de α, g, v_A et r.
   (b) Calculer les valeurs de ces vitesses v_B et v_C.
   (c) Déterminer l'expression de la vitesse v_M du solide en M en fonction v_A, g, r et θ. Faire l'application numérique.
   (d) Déterminer l'expression scalaire R de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le solide en M en fonction de g, θ, m, v_A et r. Calculer la valeur de R.
2. En réalité, sur le tronçon ABC existe des forces de frottements qui équivalent à une force unique $\vec{f}$ d'intensité constante. Le solide arrive en C avec une vitesse $v_C = 0{,}75m/s$. Déterminer l'expression de f en fonction de v_A, v_C, g, r, m et α. Calculer la valeur de f.
3. Le solide quitte la piste en M avec une vitesse $v_M = 3{,}85m/s$.
   (a) Déterminer l'équation sa trajectoire dans le repère $(M, \vec{i}, \vec{j})$ indiqué sur la figure.
   (b) A quelle distance d de D sur l'horizontale ADE tombera –t-il ?



Exercice 2

Soit un circuit excité par une tension sinusoïdale de fréquence f et de pulsation ω

1. Donner l'expression de l'impédance du circuit et l'expression du déphasage φ du courant sur la tension.
2. Exprimer la valeur f_0 de la fréquence pour laquelle l'intensité est en phase avec la tension.
3. Montrer qu'il existe deux valeurs f_1 et f_2 de la fréquence pour lesquelles le déphasage φ du courant sur la tension à la même valeur absolue.
4. Etablir de deux façons que $f_1 f_2 = f_0^2$
5. Soit un circuit tel que : $L = 2H$; $C = 10\mu F$; $f = 50Hz$.
   (a) Calculer la résistance du circuit sachant que le déphasage de la tension sur l'intensité est $\varphi = \frac{\pi}{4}$
   (b) Calculer la fréquence propre du circuit.
   (c) En déduire la fréquence f à imposer au **GBF** pour que le déphasage entre la tension et l'intensité soit de $-\frac{\pi}{4}$

Sujet 39

Chimie

Exercice 1

Un composé de formule $C_xH_yO_z$ contient 64,9% de carbone et 13,5% d'hydrogène. Sa masse moléculaire est M=74g/mol.

1) Déterminer la formule brute de ce composé.
2) Donner les noms et les formules semi-développées des différents isomères.
3) Un des molécules précédentes est une molécule chirale.
   (a) Lequel ? En quoi consiste la chiralité ? Quelle en est l'origine dans cette molécule ?
   (b) Donner la représentation en perspective des deux énantiomères correspondants.

Exercice 2

On mélange un volume $V_1 = 30cm^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique HCl de concentration $C_1 = 10^{-2}mol/l$ et un volume V_2 de solution de base N_aOH de concentration $C_2 = 1,5.10^{-2}mol/l$

1. Pour une valeur de V_2, le pH vaut 2,5.
   (c) Calculer la concentration des différentes espèces présentes en solution ; exprimer la concentration des ions N_a^+ et Cl^- en fonction de V_2.
   (d) Ecrire l'équation d'électro-neutralité, en déduire V_2, calculer numériquement les concentrations des ions N_a^+ et Cl^-
2. Quel volume de solution de N_aOH faut-il ajouter dans la solution précédente pour atteindre l'équivalence acido-basique ? Quel est la valeur de son pH ?

Physique

Exercice 1

Un générateur impose aux bornes d'un dipôle une tension sinusoïdale (en V): $u(t) = 25\cos(100\pi t)$. L'intensité qui traverse ce dipôle est de la forme : $i(t) = 0,5\cos\left(2\pi f t - \frac{\pi}{4}\right)$

5. Calculer l'intensité efficace et la tension efficace aux bornes de ce dipôle.
6. Quelle est la fréquence du courant ?
7. Déterminer la phase de l'intensité par rapport à la tension.
8. Calculer l'impédance Z du dipôle.

Exercice 2

Un skieur de masse m=80kg, équipement compris prend le départ sur une piste de descente rectiligne incliné d'un angle $\alpha = 30°$.

1) Calculer l'accélération a_1 du skieur dans la descente sachant la piste étant verglacée. On néglige tout frottement sur la piste et l'air. On prendra g=9,8N/kg.
2) On suppose que le skieur part avec une vitesse initiale $V_0 = 2m/s$. Calculer sa vitesse V_1 lorsqu'il a parcouru la distance de 25m.
3) La piste est maintenant recouverte de neige fraiche créant une force de frottement de valeur constante $f = 90N$ de même direction que sa vitesse et sens opposé.
   Calculer la nouvelle accélération a_2 dans la descente.
4) On suppose que ce dernier part toujours avec la même vitesse initiale V_0.
   Calculer sa nouvelle vitesse V_2 lorsqu'il a parcouru la distance d=25m.
5) Le skieur arrive dans la zone ou la valeur de l'angle d'inclinaison α est inconnue. Il descend d'un point A avec une vitesse $V_A = 1,5m/s$ à un point B dont les altitudes sont $h_A = 1850m$; $h_B = 1780m$ et $AB = l = 315m$.
   (a) Calculer sa vitesse lors de son passage en B.
   (b) En fait il arrive en B avec une vitesse $V'_B = 30m/s$. On suppose donc l'existence des forces de frottements de valeur constante pendant la distance AB. Calculer la valeur de cette force.

Bac D Tchad 2019

Sujet 40

Chimie

Exercice 1

Une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire $C = 4{,}00.10^{-2} mol/l$ a un pH de 10,9

1) En déduire la valeur de la constante pK_A du couple ion ammonium / ammoniac
2) Dans $20{,}00cm^3$ de cette solution on verse Xcm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $3{,}00.10^{-2} mol/l$
   (a) Ecrire l'équation de la réaction
   (b) Quel doit être la valeur de X pour obtenir une solution de pH égale à 9,2 ? Quelle propriété possède la solution ainsi obtenue ?
3) On reprend $20{,}00cm^3$ de la solution d'ammoniac. On ajoute de la solution d'acide chlorhydrique de façon à obtenir l'équivalence. Comment le pH de la solution se situe-t-il par rapport à 7 ? Justifier votre réponse.

Exercice 2

On désigne par A un acide carboxylique a chaine saturé.

1) On désigne par n le nombre d'atomes de carbone contenus dans le radical R fixé au groupe carboxyle. Exprimer, en fonction de n, la formule générale de cet acide.
2) On désigne par B un alcool de formule CH_4O. Préciser la seule formule semi-développée possible, la classe et le nom de cet alcool.
3) L'acide A est estérifié par l'alcool B. à partir de la formule de l'acide (déterminée à la question 1), écrire l'équation de cette réaction. Sachant que la masse molaire de l'ester obtenu est 88g/mol, déterminer la formule exacte et le nom de A.
4) On désigne par C le chlorure d'acyle correspondant à A. Quelle est sa formule développée ?
   Expliquer comment obtenir cette formule à partir de celle de A. Préciser les différences importances qui existent entre action de A sur B et celle de C sur B.

Physique

Exercice 1

Dans tout l'exercice, le mouvement des protons a lieu dans le vide et on néglige leur poids par rapport aux autres forces.

Des protons sont émis en C avec une vitesse quasiment nulle, puis accélérés entre les points C et D des plaques A et B.

1) Préciser en justifiant, le signe de la tension U_{CD} pour que les protons soient accélérés.
2) On posera pour la suite $|U_{CD}| = U$
   (a) Exprimer la vitesse V_0 d'un proton en D en fonction de U, e et m.
   (b) Calculer V_0
3) Après la traversée de la plaque B en D, les protons pénètrent en O entre deux plaques parallèles M et N de longueur l et distantes de d. La tension U' à ces plaques crée un champ électrostatique uniforme E. On donne $l = 20cm$ et $d = 7cm$
   (a) Montrer que l'énergie cinétique d'un proton se conserve entre D et O.
   (b) Etablir dans le $(O; \vec{i}; \vec{j})$ les équations horaires du mouvement d'un proton dans la région limitée par les plaques M et N
   (c) En déduire l'équation de la trajectoire en fonction de U, U' et d
   (d) Déterminer la condition à laquelle doit satisfaire la tension U' pour que les protons sortent du champ électrostatique $\vec{E}$ sans heurter la plaque N
   (e) Déterminer U' pour que les protons sortent du champ en passant par le point S de coordonnées $\left(l; -\frac{d}{5}\right)$

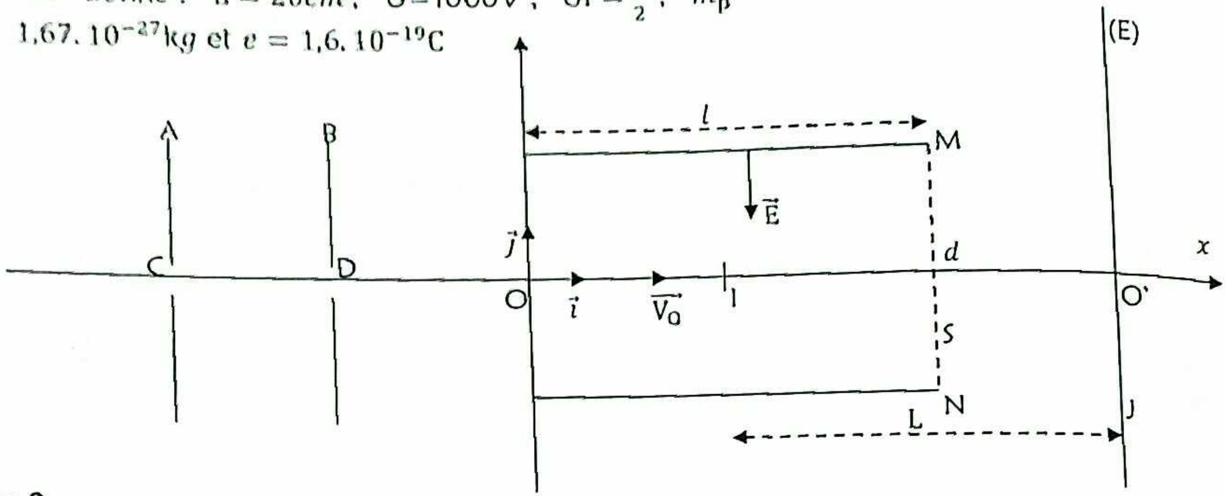
4) A la sortie du champ électrostatique au point S, les protons sont reçus en un point J, sur un écran plat (E), placé perpendiculairement à l'axe Ox.

(a) Quelle est la nature de la trajectoire d'un proton entre les points S et J ?

(b) Etablir l'expression littérale de la déviation O'J du spot sur l'écran (E)

(c) Calculer la distance O'J

On donne : $L = 20cm$; $U=1000V$; $OI = \frac{l}{2}$; $m_p = 1{,}67.10^{-27}kg$ et $e = 1{,}6.10^{-19}C$



Exerce 2

Entre deux points A et B, on applique une tension $u(t) = U_m \sin(100\pi t)$

1) Un résistor de 100Ω branché entre A et B est traversé par une intensité de 1,2A. Calculer U_m
2) Une bobine pure placée seule entre A et B laisse passer la même intensité.
   a. Calculer l'inductance de la bobine.
   b. Exprimer l'intensité $i(t)$ dans la bobine.
3) On monte entre A et B un condensateur de capacité C= 10mF et le résistor en plus de la bobine.
- Calculer l'intensité efficace du courant.
- Calculer la différence de potentielle aux bornes de chaque appareil.
- Construire le diagramme des tensions.
4) Calculer la puissance consommée par chaque portion du circuit.

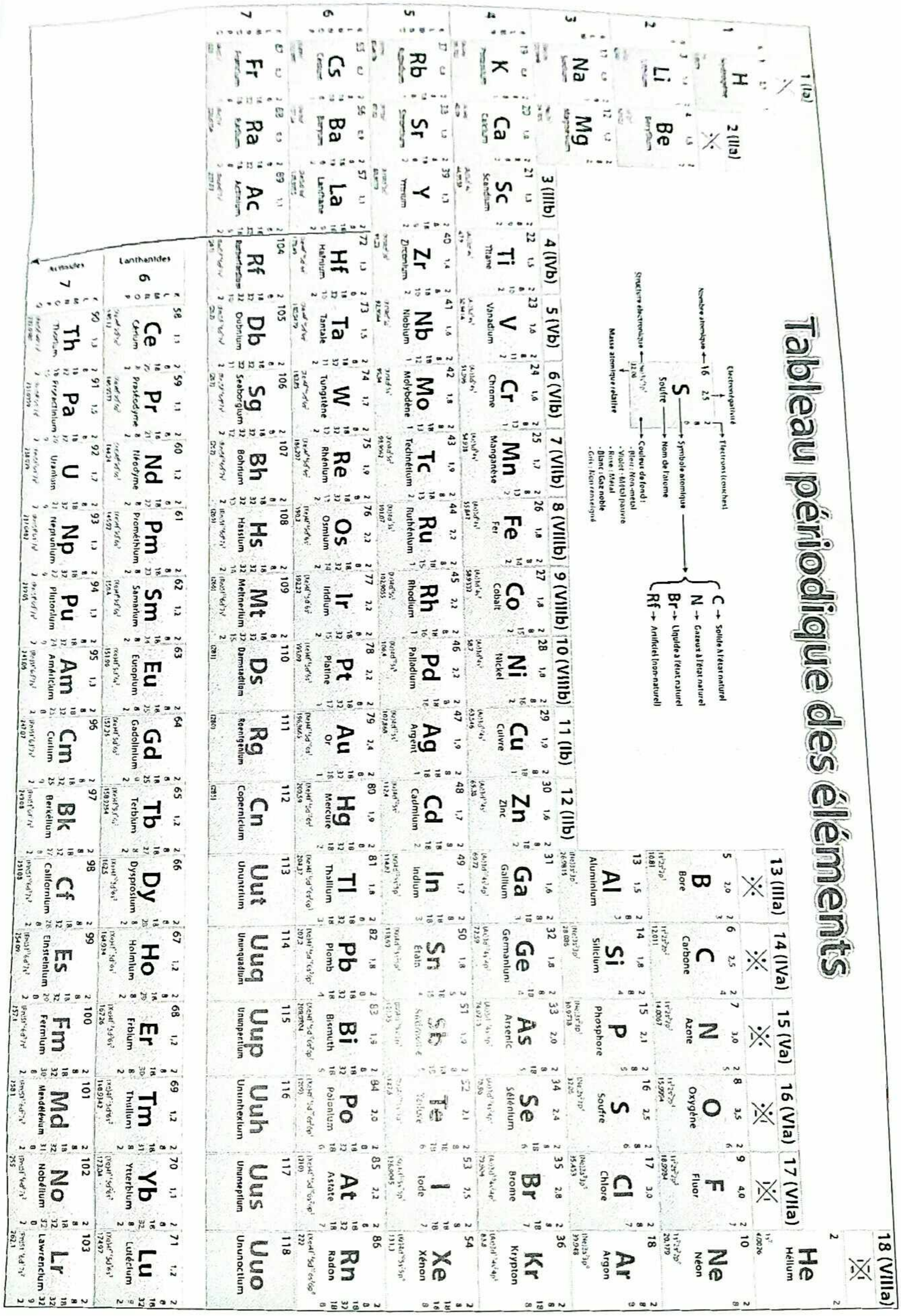
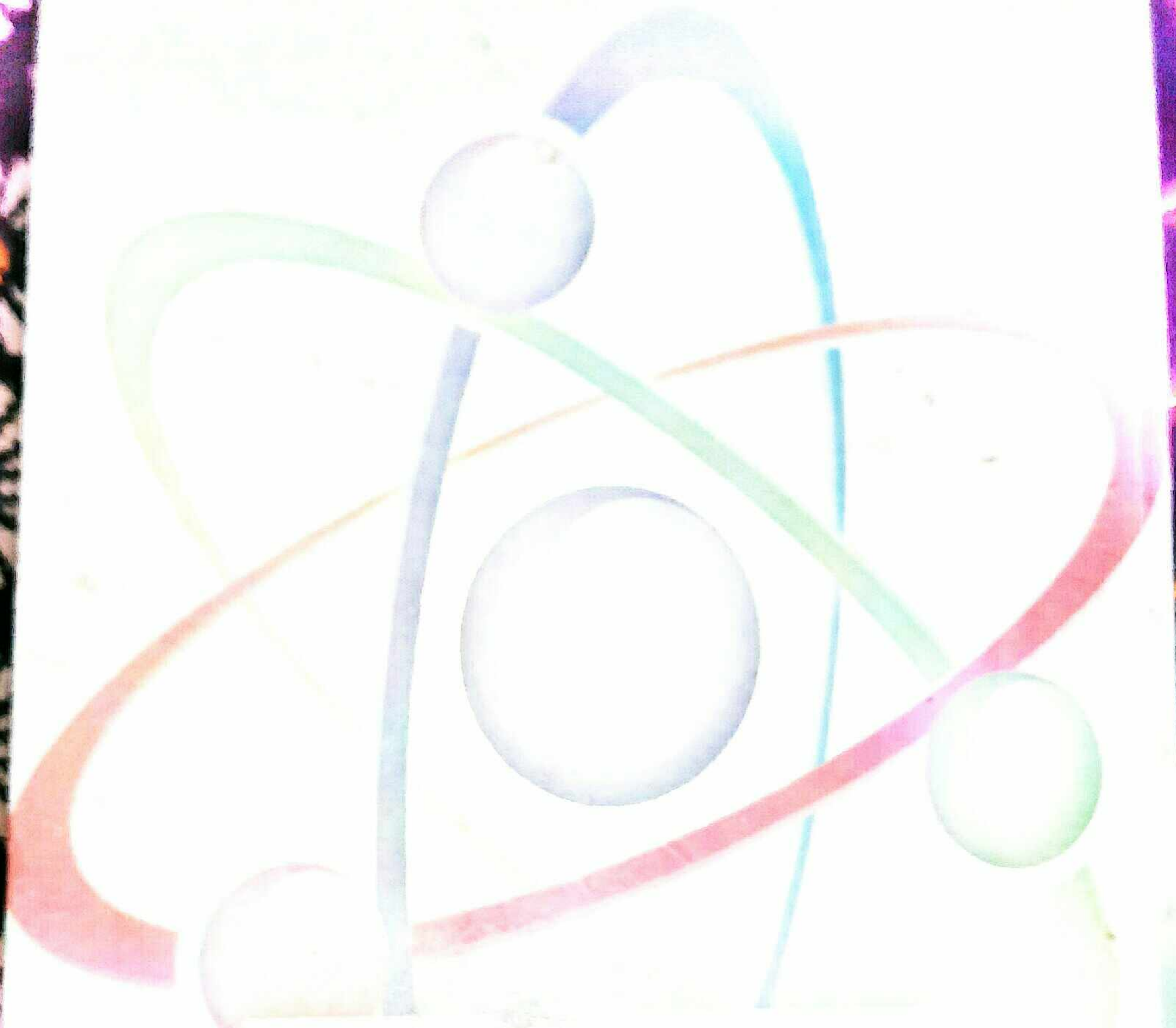


Tableau périodique des éléments
Electronégativité
Electrons/couches
Nombre atomique
Symbole atomique
Nom de l'atome
Masse atomique relative
Structure électronique
Couleur de fond : - Bleu : Non-métal - Violet : Métal pauvre - Rose : Métal - Blanc : Gaz noble - Gris : Non renseigné
C → Solide à l'état naturel
N → Gazeux à l'état naturel
Br → Liquide à l'état naturel
Rf → Artificiel (non-naturel)
Lanthanides
Actinides



RINGUI Fred Roland
Professeur certifié de chimie

RANDA Djime Bongo
Professeur certifié de physique