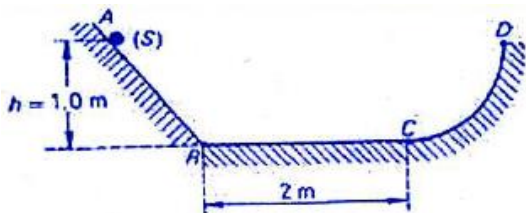


MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

EXERCICE 1

Un solide ponctuel (S) de masse $m = 2\text{kg}$ descend un plan incliné poli (frottement négligeables) AB d'une hauteur $h = 1\text{m}$ en partant sans vitesse initiale. Arrivé au bas du plan incliné, il rencontre un plan rugueux horizontal BC de longueur 2m , où il est soumis à une force de frottement d'intensité constante $f = 6\text{N}$. En C ; il monte une surface courbe CD polie.

1. Détermine les vitesses de (S) en B et en C ?
2. A quelle hauteur (S) remonte-t-il sur la surface CD



EXERCICE 2

Un solide ponctuel (S) de masse m est initialement au repos en A. On le lance sur la piste ACD, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ horizontale et d'intensité F constante. On pose $AB = l$.

La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi-cercle de centre D et de rayon r . Au point M défini par l'angle

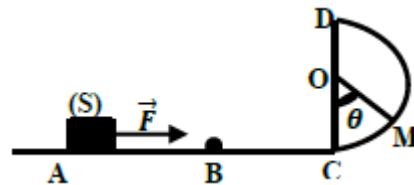
$\theta = (\vec{OC}; \vec{OM})$. On suppose que la piste ACD est parfaitement lisse et on néglige les frottements.

1.
 - a. Détermine l'accélération a du solide puis donne, en fonction F , l , et m , la valeur V_B de la vitesse de (S) en B ;
 - b. Avec quelle vitesse aborde-t-il la piste en C.
2. Etablis en fonction de F , l , m , r , θ et g , au point M l'expression de :
 - a. La valeur V de la vitesse de S.
 - b. L'intensité R de la réaction $\vec{R}$ de la piste.
3. De l'expression de R , déduis, en fonction de m , g , r et l , la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D. Calcule F_0 .
4. Les frottements sur la piste AM sont équivalents à une force unique constante f .
 - a. Détermine l'expression de la vitesse V au point M en fonction de F , L (distance AC), l , m , f , et g .
 - b. Sachant que $V_M = 0,5\text{m/s}$, déduis-en l'intensité de la force de frottement f ainsi que l'accélération

du solide entre A et B. Détermine la nature de son mouvement et l'équation horaire correspondante.

- c. Calcule la durée mise par le solide pour passer au point C et son énergie mécanique.

Données : $m = 0,5\text{kg}$; $r = 1\text{m}$; $l = 1,5\text{m}$; $g = 10\text{m/s}^2$; $F = 1\text{N}$; $L = 3\text{m}$; $\alpha = 30^\circ$.

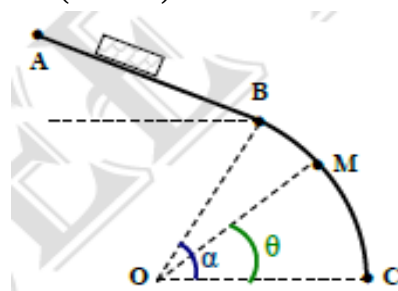


EXERCICE 3

Dans tout l'exercice on prendra $g = 10\text{N/Kg}$ et on considère les frottements négligeables.

Une glissière ABC est formée de deux parties :

- AB est un plan incliné de 30° par rapport au plan horizontale, de longueur $AB = l = 1\text{m}$.
 - BC est une portion de cercle de centre O, de rayon $r = 2\text{m}$ et d'angle θ
1. Un solide de masse $m = 100\text{g}$, quitte A sans vitesse initiale. Exprime et calcule la vitesse V_B du solide en B.
 2. Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse V_B , exprime pour un point M du cercle tel que $\theta = (\vec{OC}; \vec{OM})$, la vitesse V_M en fonction de V_B , g , r et θ .
 3. Exprime au point M, la réaction R de la glissière sur l'objet en fonction de V_B , g , r , m et θ .
 4. Montre que le solide quitte la piste circulaire en un point N. Calcule $\theta_1 = (\vec{OC}; \vec{ON})$, $\alpha = (\vec{OC}; \vec{OB}) = 60^\circ$



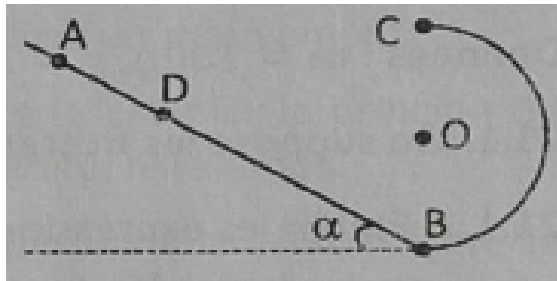
EXERCICE 4

Une piste est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur $l = 5\text{m}$, inclinée d'un angle $\alpha = 15^\circ$ avec l'horizontale ; suivie d'une partie circulaire de rayon $r = 0,5\text{m}$. L'ensemble de la piste est situé dans un plan vertical.

1. Un mobile ponctuel de masse $m = 200\text{g}$ est lâché sans vitesse initiale. Il est soumis le long du trajet AB à une force de frottement constante $\vec{f}$. Il passe

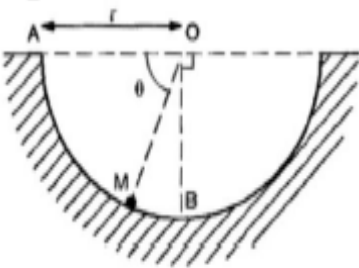
en B à la vitesse V_B de valeur $3m/s$. L'intensité de la pesanteur est $g = 9,8m/s^2$. Exprime et calcule l'intensité de la force de frottement.

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 vitesse.
 - a. Exprime la vitesse V_C du mobile en C en fonction de r, α et x .
 - b. Exprime en fonction de r, α, x, g et m l'intensité de la réaction exercée par la piste sur le mobile en C.
 - c. Quelle valeur minimale faut-il donner à x pour le mobile quitte la partie pour que le mobile quitte la partie circulaire de la piste en C.



Exercice 5

Un solide S, assimilable à un point matériel de masse $m = 10\text{ g}$, peut glisser à l'intérieur d'une demi-sphère de centre O et de rayon $r = 1,2\text{ m}$. On le lâche du point A sans vitesse initiale. Sa position à l'intérieur de la demi-sphère est repérée par l'angle θ



- a. On admet que solide S glisse sans frottement. Exprime sa vitesse au point M en fonction de θ . Calcule sa valeur numérique au point B.
- b. Quelles sont, en M, les caractéristiques de la force exercée par la demi-sphère sur le solide ? Exprime son intensité en fonction de θ . Calcule sa valeur numérique au point B.
1. En réalité le solide arrive en B avec une vitesse de $4,5\text{ m/s}$. Il est donc soumis à force de frottements $\vec{f}$ dont on admettra qu'elle est de même direction

que la vitesse $\vec{V}$ du mobile, mais de sens opposé et d'intensité constante.

En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calcule l'intensité de cette force $\vec{f}$.

On donne $g = 10\text{ m/s}^2$.

EXERCICE 6

Un solide S ponctuel de masse m peut se déplacer suivant la piste ABCD (voir figure 1). Les portions AB et CD représentant chacune un quart de cercle de rayon R . B et C sont représentés sur une même droite.

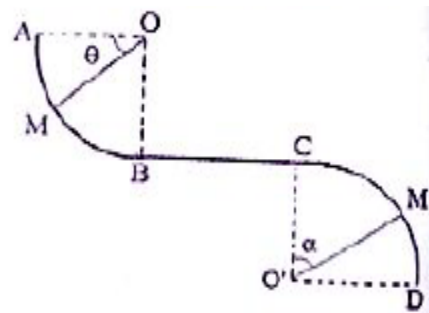
On néglige les frottements sur les parties AB et CD.

Le solide quitte A sans vitesse initiale.

1. Donne l'expression de la vitesse du solide S au point M en fonction de g, R et θ .
2. Calcule la vitesse du solide au point B.
3. Le solide arrive au point C avec une vitesse nulle et continue son mouvement sur CD. Donne l'expression de la réaction de la piste au point M' en fonction de m, g et α .
4. En réalité il existe des forces de frottements sur la piste BC assimilables à une force unique constante $\vec{f}$. Calcule son intensité.
5. Le solide quitte la piste pour une certaine valeur de α . Montre que $\alpha = 48^\circ$.
6. Déduis-en l'expression de la vitesse V' au point où le solide quitte la piste puis calcule sa valeur.

On donne :

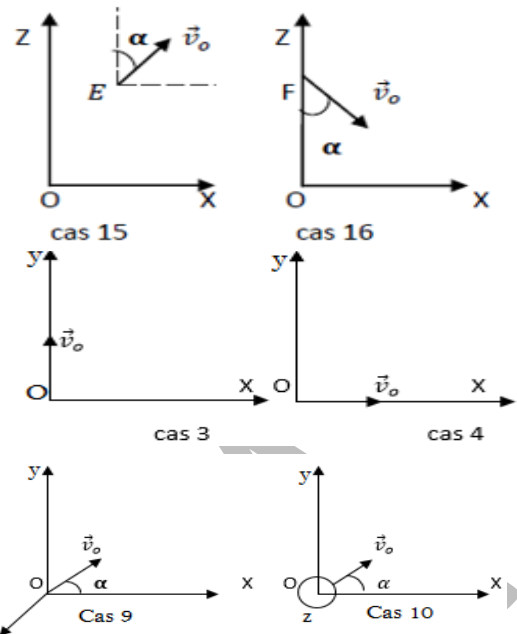
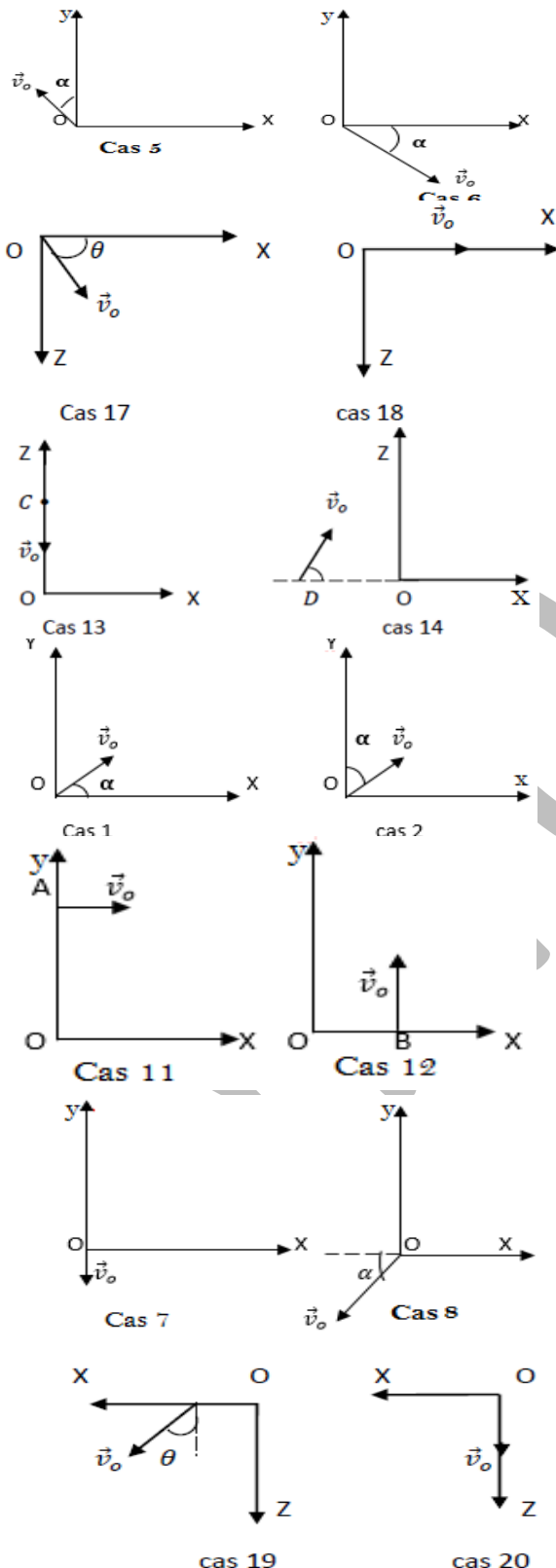
$$m = 100\text{ g} ; R = 1,5\text{ m} ; BC = 2\text{ m} ; g = 2\text{ m/s}^2$$



PROJECTILE DANS LE CHAMPS DE PESANTEUR TERRESTRE

EXERCICE 1

Dans chacun des repères suivants, dessine l'allure de la trajectoire du projectile à partir de son vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ puis établis les équations horaires du mouvement.



EXERCICE 2

Contexte

La piste d'un lancement d'un projectile M assimilable à un point matériel, comprend une partie rectiligne horizontale ABC et une portion circulaire CD de centre O et de rayon r, d'angle α et telle que OC est perpendiculaire à AC.

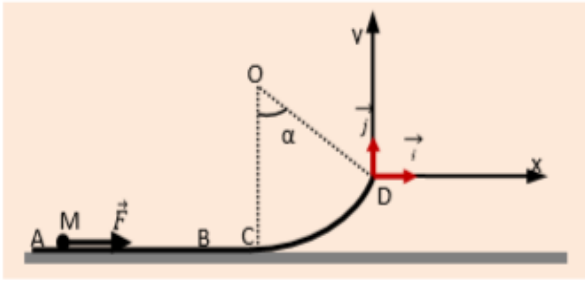
Le projectile est lancé par Pierre avec une force $\vec{F}$ constante ne s'exerçant qu'entre A et B, il ne sait comment faire l'étude du mouvement du projectile.

Support

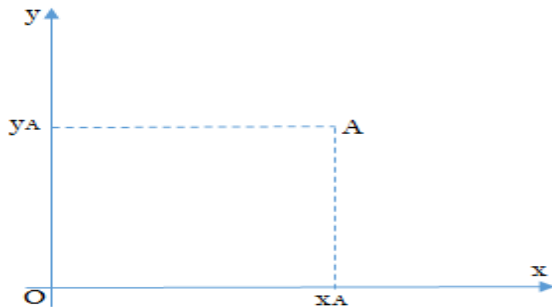
- $g = 10 \text{ kg}$; $r = 1 \text{ m}$; $AB = 1 \text{ m}$; Masse du projectile : $m = 0,5 \text{ kg}$; $F = 150 \text{ N}$
- On suppose que $V_A = 0$ (vitesse en A)
- On étudie le mouvement du projectile dans le repère orthonormé xDy de la figure.

Consignes

1. Calcule l'intensité minimale qu'il faut donner à $\vec{F}$ pour que le projectile quitte la piste en D.
2.
 - a. Calcule la vitesse V_D avec laquelle le projectile est éjecté de D lorsqu'il est lancé par Pierre.
 - b. Donne alors l'équation de la trajectoire en trouvant d'abord les équations paramétriques. Déduis-en la hauteur maximale atteinte par le projectile au-dessus du plan contenant A, B et C
3. Calcule l'intensité de la réaction de la piste sur le projectile en D au moment où ce dernier quitte la piste avec la vitesse V_D .
4. Calcule la distance du point C au point d'impact E sur le plan horizontal contenant A, B et C

**EXERCICE 3**

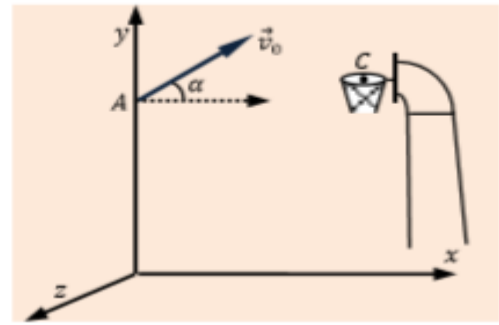
Une cible est située en un point A qui dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, a pour coordonnées $x_A = 30m$ et $y_A = 20m$. A partir d'un point C de coordonnées $x_C = 0$ et $y_C = 10m$, un projectile est lancé avec une vitesse $V_C = 50m/s$. On donne : $g = 10m.s^{-2}$. Détermine les angles de tir qui permettent d'atteindre la cible A.

**EXERCICE 4**

Lors d'un match de basket, pour marquer un panier il faut que le ballon passe dans un cercle métallique situé dans un plan horizontal, à 3,0m du sol horizontal. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel passant exactement au centre C du cercle métallique. xOy est un plan vertical contenant le point C, xOz est le plan du sol posé horizontalement.

1. D'un point A de (Oz) situé à 2,0m du sol, un basketteur sans adversaire, lance le ballon, avec une vitesse v_0 contenu dans le plan xOy . Sa direction fait un angle $\alpha = 47^\circ$ avec un plan horizontal.
 - a. Montre que la trajectoire du ballon est plane.
 - b. Etablis l'équation de cette trajectoire dans le système d'axe indiqué, en fonction de v_0 .
 - c. Quelle doit être la valeur de v_0 pour que le panier soit réussi, sachant que les verticales de A et de C sont distantes de 7,1m ?
 - d. Quelle est la durée du trajet effectué par le ballon du point A au point C ?
2. Voulant arrêter le ballon, un adversaire situé à 0,90m du tireur, saute verticalement en levant les bras. La hauteur atteint alors par ses mains est de 2,7m au-dessus du sol, α et v_0 ayant les mêmes

valeurs que précédemment, le panier sera-t-il marqué ?

**EXERCICE 5**

Un projectile est lancé dans le champ de pesanteur avec une vitesse $v_0 = 200 m.s^{-1}$. Calcule, pour une portée horizontale $d = 2500 m$:

- a. les angles de tir possibles ;
- b. la flèche ;
- c. la durée du tir, l'impact se produisant sur le sol, plan horizontal qui contient le point de lancement
- d. la vitesse lors de l'impact.

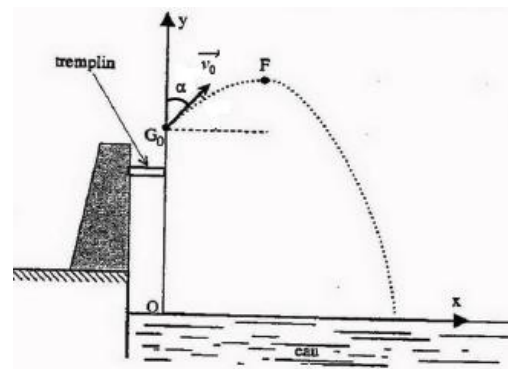
On prendra $g = 9,8 m.s^{-2}$.

EXERCICE 6

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur au cours d'un saut modélisé type « saut de l'angle ». On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie ainsi que la résistance de l'air. Le repère d'étude (xOy) est défini à partir du schéma ci-dessous.

Après s'être lancé, le plongeur quitte le tremplin à l'instant de date $t = 0$ avec un vecteur-vitesse $\vec{v}_0$ incliné de $\alpha = 50^\circ$ par rapport à la verticale passant par O. Son centre d'inertie est alors au point G, de coordonnées $x_0 = 0$ et $y_0 = 6m$.

On donne : $g = 9,8m/s^2$.

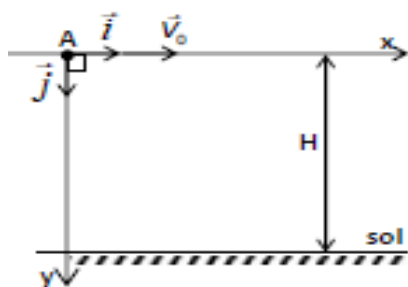


1. Montre que le mouvement du plongeur est plan et précise le plan dans lequel se déroule ce mouvement.
2. Etablis l'équation littérale de la trajectoire du plongeur en fonction des données.

3. Le sommet de la trajectoire est atteint au point F d'abscisse x_F .
- 3.1. Etablis l'expression littérale de y_F et x_F en fonction des données.
- 3.2. Pour $x_F = 1m$
 - a. Détermine la vitesse initiale v_0 .
 - b. Calcule y_F .
 - c. A quelle distance d du point O le plongeur touche-t-il l'eau ?

EXERCICE 7

Un avion volant horizontalement à une altitude $H = 2,5km$ et à la vitesse constante $\vec{V}_0 = 2.10^3 km/h$ laisse tomber d'un point A une bombe dans une ville où le sol est supposé horizontal.



1. En négligeant la résistance de l'air, établis les équations horaires du mouvement de la bombe dans le repère $(A, \vec{i}, \vec{j})$ orthonormé et supposé galiléen.
- N.B :** On prendra pour origine des dates l'instant où la bombe quitte l'avion, on assimilera la bombe à un point matériel qui n'éclate qu'après avoir touché le sol.
2. A quelle date t_1 la bombe touche-t-elle le sol ?
3. Détermine les coordonnées de l'avion à l'instant t_1 .
4. Détermine les coordonnées du point de chute M de la bombe sur le sol.
5. Calcule la vitesse de la bombe à l'instant où elle touche le sol.
6. Détermine l'angle que fait cette vitesse avec le sol.

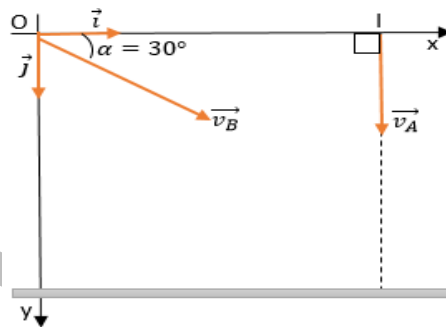
EXERCICE 8

Dans tout le problème, on négligera l'action de l'air. On prendra $g = 10m.s^{-2}$. On raisonnera dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ lié à la Terre. On choisira comme origine des dates l'instant où les mobiles quittent le plan horizontal contenant les points O et I.

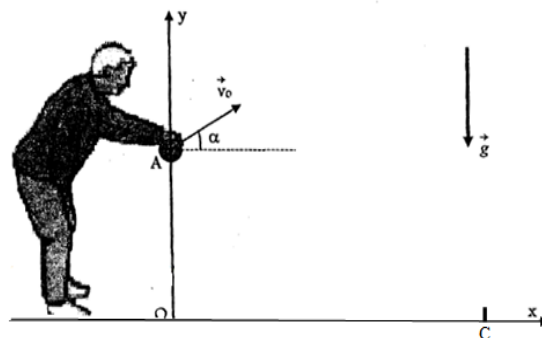
1. Une bille A assimilable à un point matériel passe en I à l'instant $t = 0$ avec une vitesse verticale, vers le bas, de norme $V_A = 7m/s$. Etablis l'équation du mouvement de la bille.
2. A l'instant $t = 0$; on lance d'un point O une

deuxième bille B, assimilable à un point matériel, dans les conditions précisées sur la figure ci-dessus : $(\vec{Ox}; \vec{v_B}) = 30^\circ$; $OI = 3m$

- a. Etablis l'équation horaire du mouvement projeté sur l'axe Ox ainsi que celle du mouvement projeté sur l'axe Oy.
- b. Calcule la norme V_B de la vitesse initiale pour que le choc entre les deux billes se produise. Détermine l'instant et l'endroit du choc.

**Exercice 9**

Un joueur de pétanque lance une boule supposée ponctuelle de masse m d'un point A situé à une hauteur $OA = h = 1m$ au-dessus du sol. Le vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$ de la boule fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. Le joueur lance la boule à l'instant $t = 0$ lorsque celle-ci se trouve au point A. On néglige la résistance de l'air et on prendra $g = 10m.s^{-2}$ et $V_0 = 5m.s^{-2}$.

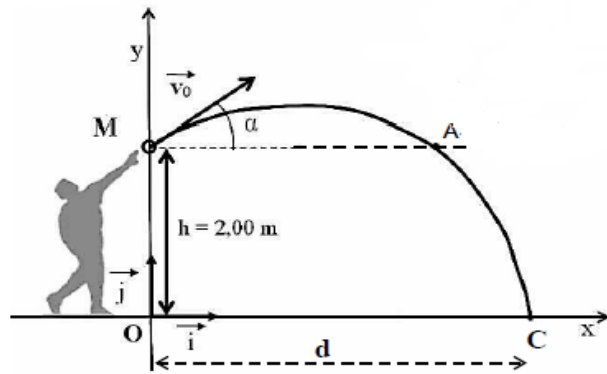


1. Enonce le théorème du centre d'inertie (ou deuxième loi de Newton) appliquée à la boule et donne sa formulation vectorielle.
2. Projette la relation vectorielle obtenue sur les axes indiqués, sur le schéma, détermine les équations paramétriques du mouvement. Déduis-en alors l'équation cartésienne de la trajectoire.
3.
 - a. A quelle date t_H le vecteur-vitesse est-il horizontal ?
 - b. Déduis-en la hauteur maximale H atteinte par la boule ?

4. La boule tombe en un point C situé à une distance x_C du point O, origine du repère.
 - a. Détermine la valeur de x_C .
 - b. Déduis-en le temps de chute t_C .
5. Calcule la vitesse V_C avec laquelle la boule parvient en C.

EXERCICE 10

Un athlète lance « un poids ». A la date $t = 0s$, correspond à l'instant du lancer, « le poids » se trouve à une hauteur $h = 2\text{ m}$ au-dessus du sol et part avec une vitesse initiale de valeur égale à $V_0 = 14\text{ m.s}^{-1}$, faisant un angle $\alpha = 35^\circ$ par rapport à l'horizontale. « Le poids » est assimilé à un point matériel M. Le champ de pesanteur $\vec{g}$ terrestre est considéré comme uniforme et a pour valeur $g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$.

1. Equations horaires du mouvement

- a. Détermine les expressions du vecteur vitesse $\vec{V}_0$ et du vecteur position $\vec{OM}_0$ du point M à l'instant $t = 0s$.
- b. Exprime le vecteur accélération du mouvement de M. Déduis-en ses coordonnées.
- c. Montre que le vecteur position du mobile est : $\vec{OM} = V_0 t \cos \alpha \vec{i} + \left(-\frac{g}{2} t^2 + V_0 t \sin \alpha + 2\right) \vec{j}$
- d. Déduis-en les équations horaires du mouvement de M.

2. Equation cartésienne du mouvement de M

- a. Vérifie que l'équation cartésienne de la trajectoire est $y = -3,73 \cdot 10^{-2} x^2 + 0,7x + 2$.
- b. Quelle est la nature de cette trajectoire ? Justifie ta réponse.

3. Utilisation des équations du mouvement

« Le poids » tombe au point C, à une distance d du point O avec une vitesse V_C .

- 3.1. Calcule la distance d .
- 3.2. Détermine :
 - a. les coordonnées du point A, point de rencontre du mobile avec le plan horizontal passant par M.
 - b. les coordonnées du vecteur-vitesse $\vec{V}_A$ au point A puis sa valeur ;

- c. Représente $\vec{V}_A$ au point A.

- 3.3. Lorsque $\alpha = 45^\circ$, détermine la valeur V_0' de la vitesse initiale pour que le « le poids » tombe en C.

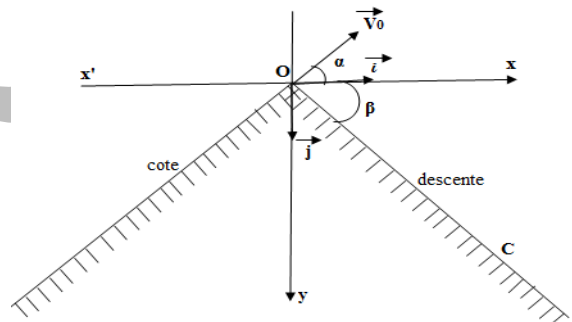
4. Calcule la vitesse du mobile M au point de chute C

EXERCICE 11**Contexte**

Roukia suit à la télé le reportage d'un sport d'hiver. Le présentateur décrit le mouvement spectaculaire d'un skieur en ces termes : « Le skieur parcourt une côte inclinée d'un angle α sur l'horizontale. Au sommet O se présente une descente inclinée d'un angle β sur l'horizontale. Le skieur accomplit alors un saut et reprend contact avec la piste en un point C. Roukia schématise ce parcours et se propose d'étudier le mouvement du skieur.

Support

- Vitesse $V_0 = 12\text{ m/s}$; $g = 10\text{ m/s}^2$; Angle de la cote $\alpha = 40^\circ$; Angle de descente $\beta = 45^\circ$;
- Les frottements et la résistance de l'air sont négligeables
- L'étude du mouvement du skieur sera faite dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ (voir schéma)
- Le skieur sera considéré comme un point matériel.

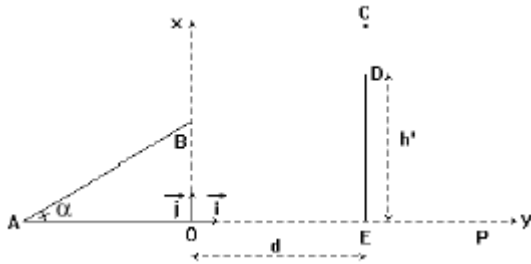
**➤ Tâche****Consigne**

- a. Détermine par les calculs la nature de la trajectoire correspondant au saut du skieur.
 - b. Détermine les coordonnées du point d'atterrissage C du skieur sur la descente.
 - c. Calcule la longueur OC.
- Détermine la durée du saut.

Exercice 13

Un petit jouet assimilable à un point matériel de masse $m = 500\text{ g}$, est lancé à la vitesse initiale à partir d'un point A le long de la ligne de plus grande pente de longueur $l = AB = 15\text{ m}$ d'un plan incliné. Ce plan fait avec l'horizontal Ox un angle $\alpha = 30^\circ$ comme l'indique la figure ci-contre. Les frottements développent une force d'intensité 10 N en sens contraire du vecteur-vitesse.

On prendra $g = 10\text{m/s}^2$.



1. Calcule la vitesse initiale de lancement V_0 au point A, nécessaire pour que le palet parvienne en B à la vitesse $V_1 = 10\text{m.s}^{-1}$.
2. Etablis les équations horaires du mouvement du projectile dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

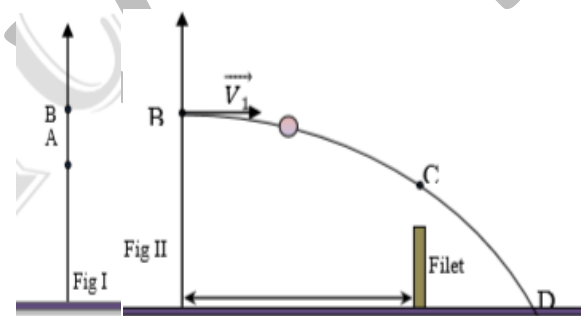
On prendra l'origine des temps à l'instant où le jouet passe en B avec la vitesse V_1 .

3. Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire du projectile. Quelle est sa nature ?
4. Un mur de hauteur $h' = 5\text{m}$ est disposé à la distance $d = 3,5\text{m}$ du point origine O. Soit C le point de passage du projectile au dessus du mur. Calcule la distance CD séparant le sommet D du mur au point C.
5. Calcule l'abscisse du point d'impact P du jouet sur le sol.

EXERCICE 14

Pour effectuer un service, un joueur de tennis lance une balle verticalement vers le haut à partir d'un point A situé à $1,60\text{m}$ au-dessus du sol. Il la frappe avec sa raquette lorsqu'elle atteint le sommet en un point B de sa trajectoire situé à $0,40\text{m}$ plus haut. Elle part alors avec une vitesse V_0 horizontale et doit passer au-dessus d'un filet de hauteur $h = 0,90\text{m}$.

La distance du joueur au filet est 12m .



- 1- Avec quelle vitesse le joueur lance la balle verticalement ?
- 2- Etablis dans un repère que l'on défiera, l'équation de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette.
- 3- Quelle doit être la valeur de V_0 pour que la balle passe 10cm au-dessus du filet ?

- 4- Quelle est, lors de ce passage la direction du vecteur vitesse de la balle ?

On négligera la résistance de l'air.

On prendra $g = 9,8\text{m/s}^2$.

Exercice 15

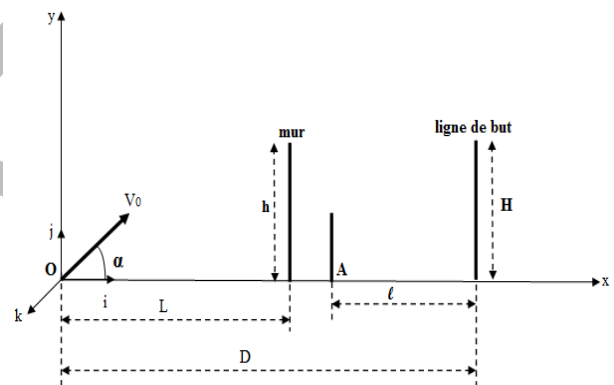
On négligera la résistance de l'air et l'on considérera la balle comme un solide ponctuel.

On prendra $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$.

Le champ de pesanteur sera supposé uniforme.

Lors d'un match de la coupe d'Afrique des nations de football en Afrique du Sud, l'arbitre siffle un coup franc direct en un point O situé à une distance $D = 16\text{m}$ des buts. Le « mur » est placé, à une distance $L = 9\text{m}$ de O. Pour simplifier, on supposera que le « mur » est formé par des joueurs ayant pratiquement la même taille $h = 1,70\text{m}$. La hauteur des buts est $H = 2,44\text{m}$ (voir figure).

Le joueur chargé d'exécuter le « coup franc » communique à la balle en O, une vitesse $\vec{V}_0$ contenue dans le plan xOy faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale de valeur $V_0 = 15\text{m.s}^{-1}$. On choisit pour origine des dates l'instant où le joueur frappe la balle.



1.
 - a. Etablis les équations horaires de la balle dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ où $\vec{k}$ est orthogonal au plan de la figure et orienté vers l'avant.
 - b. Montre que le mouvement de la balle se situe dans le plan xOy et donne l'équation cartésienne de sa trajectoire.
2.
 - a. A quelle date t_1 la balle passe-t-elle au-dessus du « mur » ?
 - b. Quelle sa vitesse à cet instant t_1 ?
 - c. A quelle date t_2 la balle entre dans les buts si elle n'est pas interceptée ?
3. A la date t_1 où la balle passe au-dessus du « mur », un défenseur initialement arrêté en A situé à $l = 6\text{m}$ des buts se met à courir d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré suivant Ox et se

dirige vers les buts pour intercepter la balle. Son accélération est $a = 3 \text{ m.s}^{-2}$. On suppose que si le défenseur arrive avant la balle sur la ligne de but, il l'intercepte ; dans le cas contraire le but est marqué.

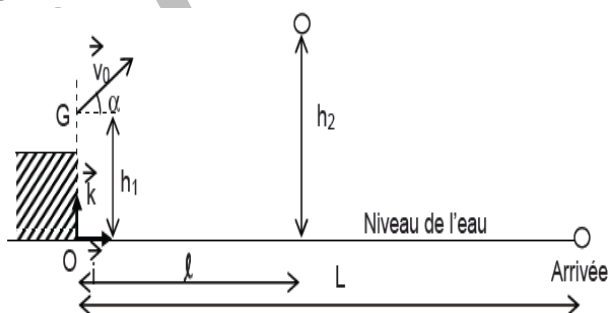
- A quelle date t_3 le défenseur arrive-t-il sur la ligne de but ?
- Déduis-en si le coup est marqué ?

Exercice 16

Deux élèves se fixent comme objectif d'appliquer leurs connaissances en mécanique au « jeu de plongeur ». Ce jeu, réalisé à la piscine, consiste à passer au-dessus d'une corde puis atteindre la surface de l'eau en un point le plus éloigné possible du point de départ avant de commencer la nage. Le bassin d'eau a pour longueur $L = 20 \text{ m}$ et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin ; à ce moment son centre d'inertie G est à une hauteur $h_1 = 1,5 \text{ m}$ au-dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance $l = 1,6 \text{ m}$ du tremplin. Elle est à une hauteur $h_2 = 2 \text{ m}$ du niveau de l'eau (voir figure).

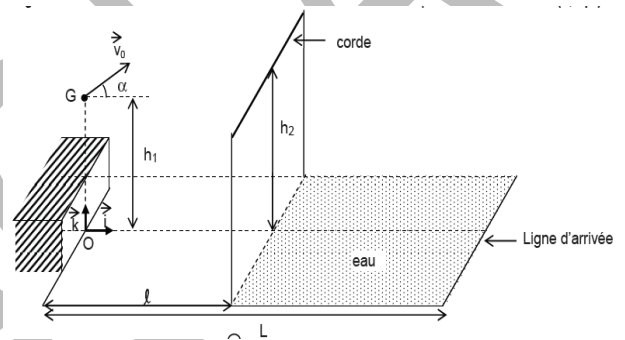
Au cours d'une simulation, les élèves font plusieurs essais en lançant, avec un dispositif approprié, un solide ponctuel à partir du point G . Les essais diffèrent par la valeur du vecteur-vitesse initial du solide ou par l'angle dudit vecteur avec l'horizontale. Le mouvement du solide est étudié dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. Le point O est le point d'intersection entre la verticale passant par la position initiale de G et la surface de l'eau. La direction de l'axe $\vec{i}$ est perpendiculaire au plan vertical contenant la corde, comme l'indiqué sur la figure.

On néglige les frottements et on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.



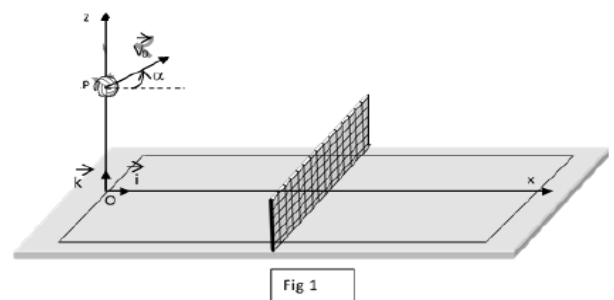
- Lors du premier essai, le solide est lancé du point G , à la date $t = 0$, avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale, de valeur $V_0 = 8 \text{ m.s}^{-1}$ et appartenant au plan vertical défini par $(\vec{i}, \vec{k})$.

- Etablis les équations paramétriques du mouvement du solide. Déduis-en l'équation cartésienne de sa trajectoire.
 - Le solide passe-t-il au-dessus de la corde ? Justifie la réponse.
 - Au cas où le solide passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ?
 - Calcule la norme du vecteur-vitesse et l'angle β que ce vecteur forme la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau.
- Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour $\alpha = 45^\circ$?



Exercice 17

Partie 1 : Au point P situé à une hauteur $h = 2,7 \text{ m}$ au-dessus du sol, une balle de tennis, assimilée à un point matériel, est frappée avec une raquette. Elle part de ce point à un instant pris comme origine des dates ($t = 0$) avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale, de valeur $V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ (voir figure 1). Le mouvement de la balle sera étudié dans le repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$.



- Etablis l'expression littérale des lois horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de la balle.
- Déduis l'équation de la trajectoire de la balle dans le repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$.
- Calcule les coordonnées du point S le plus élevé atteint par la balle.
- Détermine les caractéristiques du vecteur-vitesse de la balle lorsque celle-ci touche le sol.

Partie 2 : Dans cette partie, la balle est frappée par la raquette en P et à un instant pris comme origine des dates ($t = 0$) et elle est lancée avec une vitesse horizontale V_1 de valeur 25 m.s^{-2} (figure 2). Le filet a une hauteur $h_0 = 1 \text{ m}$ est placé à une distance $L = 12 \text{ m}$ de O.

- Déduis l'équation de la trajectoire de la balle dans le repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ à partir de l'équation établis dans la question 1.
- La balle franchira-t-elle le filet ? Si oui, à quelle distance derrière le filet retombera la balle sur le sol ?

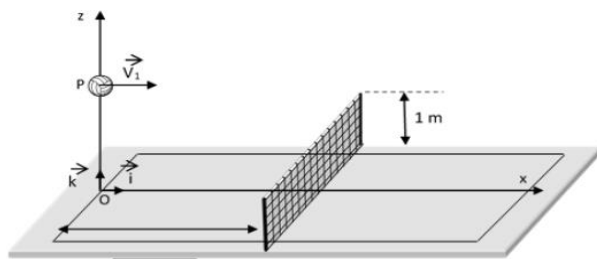
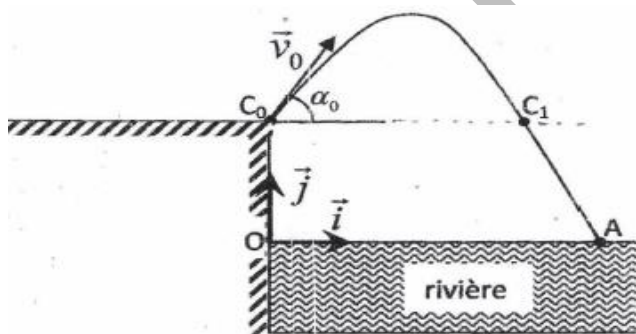


Fig 2

Exercice 18

Un enfant s'amuse à plonger dans l'eau d'une rivière à partir d'un rocher. Il veut attraper un ballon flottant sur l'eau au point A. A la date $t = 0$, l'enfant s'élance du rocher avec une vitesse $\vec{V}_0$, incliné par rapport à l'horizontal d'un angle $\alpha_0 = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$.

La vitesse V_0 peut varier. On étudie le mouvement du centre d'inertie C du plongeur dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On associe à ce référentiel, le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ (voir schéma). A la date $t = 0$, le centre d'inertie de l'enfant est en C_0 tel que $OC_0 = 2 \text{ m}$. On prendra $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



- Donne, à l'instant du départ, les coordonnées du vecteur-position $\vec{OC}_0$, du vecteur-vitesse $\vec{V}_0$ et du vecteur-accelération $\vec{a}_0$ de l'enfant dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.
- En appliquant le théorème du centre d'inertie que l'on énoncera d'abord, établis les équations horaires donnant la position du centre d'inertie C à chaque instant compris entre le point de départ

et l'arrivée dans l'eau. Les frottements de l'air sont négligeables.

- Déduis-en l'équation littérale de la trajectoire $y = f(x)$.
- Utilise les valeurs numériques de l'énoncé pour vérifier que l'équation peut s'écrire :

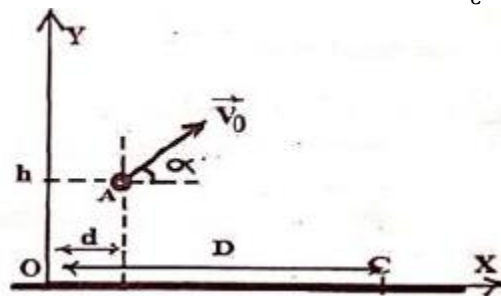
$y = A \cdot \frac{x^2}{V_0^2} + Bx + C$ où A, B et C sont des constantes à déterminer.

- Détermine littéralement à l'instant t, pour la position C_1 du schéma : les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_{C_1}$ et celles du vecteur-vitesse $\vec{V}_{C_1}$.
Représente qualitativement sur un schéma ces vecteurs au point C_1 de la trajectoire.
- L'enfant souhaite tomber exactement sur le ballon flottant au point A tel que $OA = 2 \text{ m}$. Quelle est la valeur de la norme du vecteur $\vec{V}_0$ permettant cela.
- A quelle distance maximale doit se trouver le ballon pour que l'enfant puisse l'attraper en plongeant avec une vitesse maximale $V_{max} = 7 \text{ m.s}^{-1}$?

Exercice 19

Le lancer de poids dont un de ces pieds est au point O e sa hauteur de lancement est $h = 2,62 \text{ m}$ est le point $A(x_0, y_0)$, a réussi un jet de $D = 21,69 \text{ m}$ avec une vitesse v_0 faisant un angle de 45° avec $\vec{Ox}$. Soit $d = 0,9 \text{ m}$.

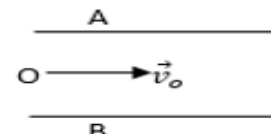
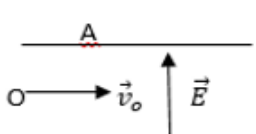
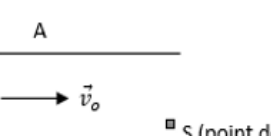
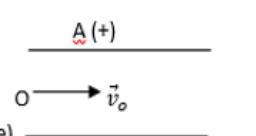
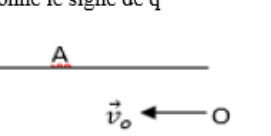
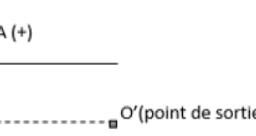
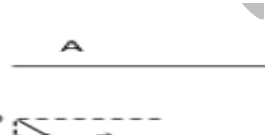
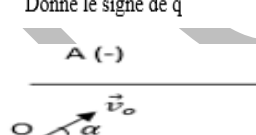
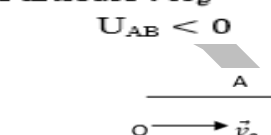
- Établis les équations horaires du mouvement du boulet dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.
- Établis l'équation cartésienne de la trajectoire du boulet. Quelle est sa nature ?
- Établis en fonction de D, h, α , g et d, la valeur de la vitesse initiale à communiquer au boulet pour réussir le jet. Fais l'application numérique.
- Calcule la hauteur (par rapport au sol) maximale atteinte par le boulet.
- Le boulet arrive au point C avec une vitesse $\vec{v}_C$
 - Détermine les coordonnées du vecteur-vitesse $\vec{v}_C$
 - Déduis-en la norme et la direction de $\vec{v}_C$



MOUVEMENT DANS UN CHAMP ELECTRIQUE UNIFORME

EXERCICE 1

Complète chacun des schémas (signes des plaques A et B, allure de la trajectoire, axes, force électrique $\vec{F}_e$, accélération $\vec{a}$) suivants puis établis les équations horaires du mouvement

 Cas 1 : $U_{AB} = -2 \text{ KV}$ Particule : proton	 Cas 2 : Particule : électron Donne le signe de U_{AB}
 Cas 4 : $V_A > V_B$ Donne le signe de q	 Cas 5 : Particule : neutron
 Cas 3 : $V_A - V_B > 0$ et $q < 0$	 Cas 8 : Donne le signe de q
 Cas 9 : Particule : H_e^{2+} $U_{AB} < 0$	 Cas 7 : Particule : électron
 Cas 6 : Particule : électron $V_A - V_B = 0$	

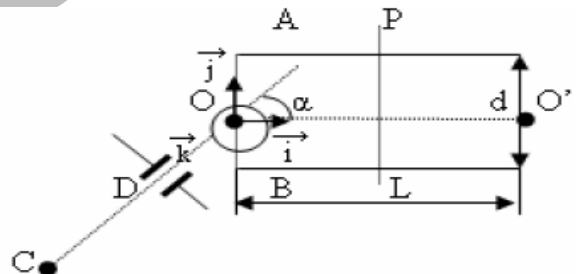
Exercice 2

Les deux plaques (A et B) horizontales de longueur L séparées par une distance d, constituent un condensateur plan. On travaille dans le repère $R = (O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ où le point O est équidistant des deux plaques (voir figure ci-dessous).

Toute l'expérience a lieu dans le vide et on néglige les forces de pesanteur.

- Un faisceau de protons homocinétiques, émis en C à la vitesse nulle, est accéléré entre les points C et D, situés dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Il pénètre en O, en formant l'angle α avec $\vec{i}$, dans le champ $\vec{E}$ supposé uniforme.
 - Indique en le justifiant le signe de $V_D - V_C$.
 - Exprime en fonction de $U = V_D - V_C$ la vitesse V_O de pénétration dans le champ $\vec{E}$ puis calcule-la.
 $AN: |V_D - V_C| = U = 1000V$;
 $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Indique en le justifiant le signe de $V_A - V_B$ pour que le faisceau de protons puissent sortir par le point O' de coordonnées $(L, 0, 0)$
- Etablis l'équation de la trajectoire des protons dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ en fonction de U, α, d et $U' = |V_A - V_B|$.
- Quelle est la nature de la trajectoire des protons ?
- Détermine les conditions d'émergence du proton.
- Calcule la valeur numérique de U' permettant de réaliser la sortie en O' pour $\alpha = 30^\circ$,
 $L = 20 \text{ cm}$ et $d = 7 \text{ cm}$.

Dans le cas où la tension U' a la valeur précédemment calculée, détermine à quelle distance minimale de la plaque supérieure passe le faisceau de protons.



EXERCICE 3

Dans tout l'exercice, on suppose que le mouvement des protons a lieu dans le vide. Et on néglige leur poids devant les autres forces. On considère le dispositif de la figure ci-dessous.

Des protons sont émis en C avec une vitesse quasiment nulle, puis accélérés entre les points C et D des plaques P₁ et P₂

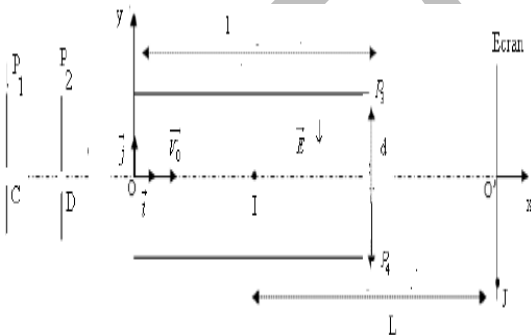
- Précise le signe de la tension U_{CD} pour que les électrons soient accélérés. Justifie ta réponse.
- On posera par la suite $|U_{CD}| = U$
 - Exprime la vitesse d'un proton en D en fonction de U, e et m_p
 - Calcule cette vitesse.
- Après la traversée de la plaque P₁ en D, les électrons pénètrent en O entre deux plaques

parallèles P_3 et P_4 de longueur l et distantes de d . La tension U' appliquée entre ces plaques crée un champ électrostatique E uniforme.

On donne $l = 20\text{cm}$ et $d = 7\text{cm}$.

- Montre que l'énergie cinétique se conserve entre D et O.
 - Etablis dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ les équations du mouvement d'un proton dans la région limitée par les deux plaques P_3 et P_4 .
 - Vérifie que l'équation de la trajectoire peut s'écrire : $y = -\frac{U'}{4dU}x^2$
 - Détermine la condition à laquelle doit satisfaire la tension U' pour que les protons sortent du champ électrostatique $\vec{E}$ sans heurter la plaque P_4 .
 - Détermine U' pour que les protons sortent du champ en passant le point S de coordonnées $(l; -\frac{d}{2})$
4. A la sortie du champ électrostatique par le point S, les protons sont reçus en J sur un écran plat E placé perpendiculairement à l'axe Ox
- Représenter qualitativement la trajectoire d'un proton entre O et J.
 - Etablis l'expression littérale de la déviation O'J du spot sur l'écran.
 - Calcule la distance O'J.

On donne : $L = 20\text{cm}$; $U = 10^3\text{V}$; $OI = \frac{l}{2}$;
 $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$



Exercice 4

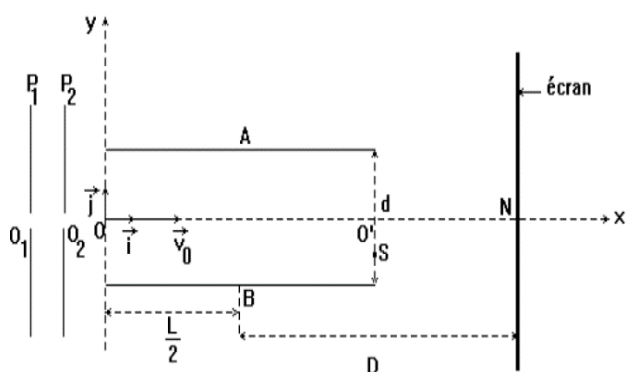
Dans toute la suite de l'exercice on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable.

Une chambre d'ionisation produit des particules α (He^{2+}) de masse $m_\alpha = 4u$. Ces ions qui pénètrent par O_1 , avec une vitesse négligeable, dans un champ électrique uniforme sont accélérés par une tension positive $U_0 = V_{p1} - V_{p2}$ et atteignent le trou O_2 avec une vitesse $\vec{V}_0$.

- Représente la tension U_0 . Quelle est la plaque qui a le potentiel le plus élevé ? Justifie.

- A la sortie de O_2 , les particules α ayant cette vitesse horizontale $\vec{V}_0$ pénètrent en O entre deux plaques A et B parallèles et horizontales d'un condensateur plan. La longueur des plaques est $L = 50\text{cm}$ et la distance qui les sépare est $d = 5\text{cm}$. On applique la tension $U = V_A - V_B = 4,5 \cdot 10^4\text{V}$ entre les plaques et un écran est disposé à une distance D du milieu du condensateur. Donne les caractéristiques du vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ supposé uniforme qui règne entre les plaques.
- Quelle est la nature du mouvement des particules dans le champ si $U = 0$ volt. Quel est alors le point d'impact des particules sur l'écran ?
- Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire des particules α dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ dans le cas où on applique la tension $U = V_A - V_B = 4,5 \cdot 10^4\text{V}$ entre les plaques.
- Montre que la déviation verticale du faisceau de particules α est proportionnelle à la tension U .
- Etablis la relation liant V_0 ; U ; m_α ; L et d pour que le faisceau ne rencontre pas l'une des plaques.
- Sachant que les particules α sortent du champ électrostatique en un point S d'ordonnée $Y_S = -2,15\text{mm}$, calcule la valeur V_0 de la vitesse initiale. Déduis-en la durée de la traversée du faisceau entre les plaques et la valeur de U_0 .

Donnée : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$; $1u = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$

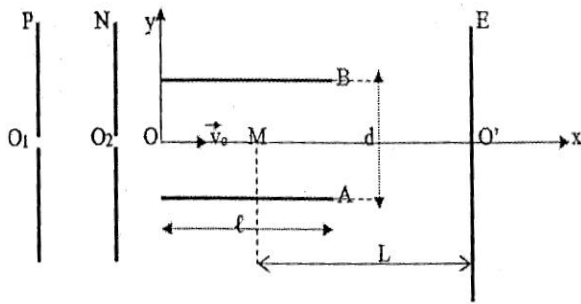


Exercice 5

- On considère deux plaques P et N, conductrices parallèles, verticales et distantes de 10cm . La tension entre ces plaques est

$$U_0 = V_P - V_N = 2 \cdot 10^3\text{V}.$$

Une source émet des ions argent Ag^+ , avec une vitesse nulle au travers d'une fente O_1 placés dans la plaque.



- Quelle est la nature du mouvement des ions Ag^+ entre les deux plaques ?
- Quelle est l'expression littérale de la vitesse des ions à leur arrivée en O_2 , sur la plaque N ?
- L'argent est un mélange de deux isotopes ^{107}Ag et ^{109}Ag . Calcule numériquement la vitesse de chaque isotope à son arrivée en O_2 .

$m_{proton} = m_{neutron} = 1,66 \cdot 10^{-27} kg$ ou utiliser

$m(^A Ag) = A \cdot u (u = 1,66 \cdot 10^{-27} kg ;$

$A = \text{nombre de masse}$

- Les ions Ag^+ pénètrent en O entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur. Les armatures, de longueur l sont distantes de $AB = d$. On établit entre les armatures une tension positive $U = V_A - V_B$.

On donne :

- Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$.
 - $l = 4cm ; d = 2cm ; MO' = L$.
 - M étant centre de symétrie du condensateur AB.
- Représente sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{f}$ qui agissent sur les ions entre les armatures.
 - Détermine l'accélération des ions entre les deux plaques dans le système d'axes (Ox, Oy). Etablit l'équation de leur trajectoire sous la forme $y = Kx^2$ où K est une constante que l'on exprimera.
 - Cette trajectoire dépend-elle des caractéristiques (masse et charge) des ions ?
 - Exprime en fonction de l, d et U_0 la condition sur U pour que les ions puissent sortir du condensateur AB sans heurter l'une des armatures.

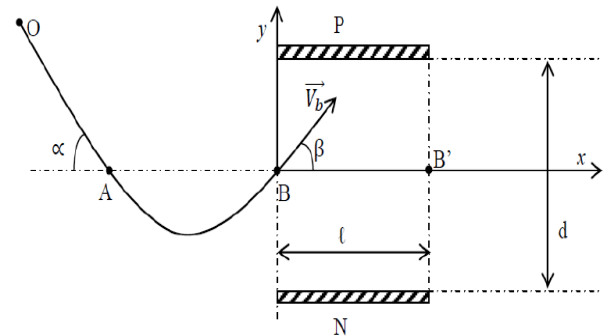
Calcule cette valeur limite de la tension U.

- Le faisceau d'ions arrive ensuite sur un écran fluorescent E situé à la distance L du centre de symétrie M des plaques.
 - Exprime le déplacement Y_m du spot sur l'écran E en fonction de U, l, L, d et U_0 .
 - On veut obtenir une déviation maximale

$Y_m = 4cm$. Sachant que $L = 40cm$, calcule la valeur de U qu'il faut alors appliquer entre les plaques.

Exercice 6

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 $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale. Elle est lâchée en



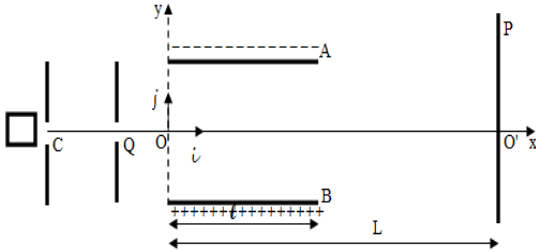
un point O, sans vitesse initiale. Le solide glisse tout le long de la ligne de plus grande pente du plan.

- Etablis l'équation horaire du mouvement entre O et A.
 - Calcule la vitesse de la bille au point A.
- 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. Détermine la vitesse du solide en B.
- La bille en verre chargée positivement pénètre en B avec la vitesse $\vec{v}_B$ faisant un angle $\beta = 20^\circ$, à l'intérieur d'un condensateur plan constitué de deux plaques métalliques parallèles horizontales rectangulaires P et N de longueur l séparées par une distance d. La bille ressort en B' selon le schéma précédent. A l'intérieur des plaques, il existe un champ électrique uniforme $\vec{E}$.
 - Justifie par un calcul que le poids du solide est négligeable devant la force électrique.
 - Détermine le signe de la tension $U = V_P - V_N$.
 - Etablis l'équation de la trajectoire de la bille.
 - Etablis 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). Calcule la valeur de U
- La tension U ayant la valeur précédente, détermine 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 : $l = 20cm ; d = 10cm ; m = 7,5 \cdot 10^{-3} g ;$
 $E = 2.10^7 V.m^{-1} ; L = OA = 1,5m ; g = 10m.s^{-2} ;$
 $Q = 2.10^{-5} C$

Exercice 7

1. Des particules α ${}^4_2\text{He}^{2+}$, de masse m et de charge q , quittent en C avec une vitesse négligeable. Elles sont accélérées par une ddp $U_0 = V_C - V_Q$ et arrivent en Q avec une vitesse $\vec{V}_0$ parallèle à l'axe (ox)



- Quel est le signe de la tension U_0 ? Justifie.
 - Exprime V_0 en fonction de U_0, m et q . Calcule sa valeur.
2. Les particules α venant de Q, pénètrent en O avec une vitesse $\vec{V}_0$ à l'intérieur d'un condensateur plan horizontal AB de longueur l et d'épaisseur d . On applique entre A et B une ddp $U = U_{AB}$ négative.
- Vers quelle armature les particules seront déviées ? Justifie.
 - Montre que le poids d'une particule est négligeable devant la force électrique.
 - Trouve l'équation de la trajectoire des particules. Dédus-en sa nature.
 - Sur un schéma, représente l'accélération $\vec{a}$, le champ électrique $\vec{E}$, la force électrique $\vec{F}_e$ que subit une particule, $\vec{V}_0$ et la trajectoire des particules.
 - Vérifie la condition de sortie des particules.
6. Les particules α sortent du condensateur en un point S. Détermine les coordonnées de S, ainsi que la vitesse de sortie $\vec{V}_S$. Représente $\vec{V}_S$
7. Un écran est disposé à une distance L du point O. Les particules α produisent un spot P sur un écran.
- Avec quelle vitesse les particules arrivent au point P ? Justifie.
 - Détermine la durée du trajet des particules entre O et P.
 - Détermine la déflexion $D = O'P$ en fonction de U, U_0, d, l , et L et fais l'application numérique.

On donne : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; CQ = 10 \text{ cm} ; U_0 = 500 \text{ V}$$

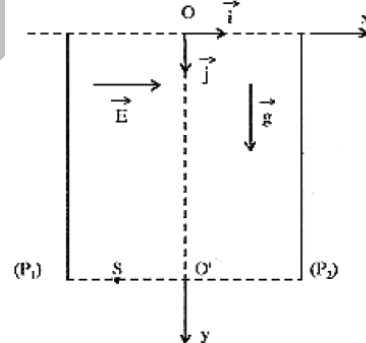
$$u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg (unité de masse atomique)}$$

$$U = 100 \text{ V} ; l = 15 \text{ cm} ; d = 10 \text{ cm} ; L = 50 \text{ cm} ;$$

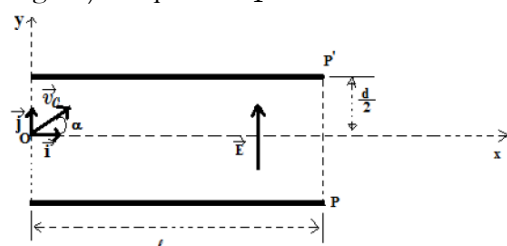
Exercice 8

Une petite sphère électrisée de masse $m = 2 \text{ g}$, considérée comme ponctuelle pénètre avec une vitesse nulle au point O, milieu de l'entrée des armatures P_1 et P_2 d'un condensateur. La petite sphère porte une charge de valeur absolue $|q| = 400 \text{ nC}$. Les armatures ont une longueur $l = 20 \text{ cm}$ et sont distantes de $d = 10 \text{ cm}$. La tension entre les armatures du condensateur est $U = 1000 \text{ V}$. Il règne concomitamment à l'intérieur des armatures, le champ de pesanteur $\vec{g}$ et un champ électrique $\vec{E}$ dont le sens est précisé sur la figure ci-dessous.

- Quel doit être le signe de la charge portée par la sphère pour qu'elle sorte des armatures au point S ?
- Montre que le mouvement de la sphère entre les armatures est uniformément accéléré. Calcule la valeur de son accélération.
- Etablis en fonction de $|q|, m, d, U, g$ et x l'équation de la trajectoire de la sphère entre les armatures dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Donne son expression numérique. Quelle est sa nature.
- Détermine dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, les coordonnées du point S de sortie de la sphère des armatures. **On donne :** $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

**Exercice 9**

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 Ox est parallèle aux plaques, Oy perpendiculaire à elles et Oz 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. Reproduis le schéma et représente 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 de la force électrique $\vec{F}_e$ qui s'exerce sur l'électron.
2.
 - a. Donne l'expression de E en fonction de U_{AB} et de d , distance entre les plaques.
 - b. Donne l'expression de E en fonction du vecteur unitaire $\vec{i}$.
3.
 - a. Donne l'expression de F_e en fonction de E et e charge élémentaire.
 - b. Exprime le vecteur $\vec{F}_e$ en fonction de F_e et du vecteur unitaire $\vec{j}$.
4. On donne comme conditions initiales : A $t = 0$, l'électron est en O avec la vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$ ($v_0 > 0$). Donne :
 - 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 Ox. Soit P_1 le point d'impact de l'électron sur cet écran. Calcule E et v_0 .

On donne: $U_{AB} = 3000V$; $d = 1cm$; $l = 3cm$;
 $y_1 = 3,5mm$; $m = 9,1.10^{-31}kg$; $e = 1,6.10^{-19}C$

Exercice 10

Entre deux plaques P et P' d'un condensateur plan, des électrons de charge $q = -e$ et de masse m pénètrent en O avec la vitesse initiale v_0 . Le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ est dans le plan (xOy) et fait un angle α avec l'axe (Ox).

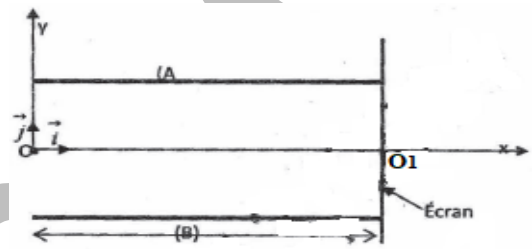
Le champ électrique $\vec{E}$ est créé par une tension constante $U_{PP'} = U > 0$ appliquée entre les deux plaques ; la longueur des plaques est l et leur distance est d .

1. Ecris la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ et le champ électrique $\vec{E}$.
2. Exprime en fonction de U , v_0 , a , e , d et du temps t les coordonnées des différents vecteurs suivants :
 a) accélération $\vec{a}$; b) vitesse $\vec{v}$; c) position $\vec{OM}$.
3. Détermine l'équation cartésienne de la trajectoire.
4. Calcule les coordonnées du point M où le vecteur vitesse devient parallèle à l'axe (Ox). Déduis-en la relation liant v_0 , a , U , e , et m pour que l'électron ne soit pas capté par la plaque supérieure.

5. On veut que l'électron sorte en O' .
 - a. Détermine la tension U à appliquer entre les plaques en fonction de α , l , d , v_0 , m , et e .
 - b. Montre alors que le vecteur vitesse en O' a la même valeur qu'en O, mais fait un angle $-\alpha$ avec l'axe (Ox).
 - c. Calcule la valeur de U pour que l'électron ressorte en O' .

Données : $v_0 = 8.10^6 m.s^{-1}$; $\alpha = 30^\circ$; $d = 7cm$

$l = 20cm$; $e = 1,6.10^{-19}C$ et $m = 9,1.10^{-31}kg$



MOUVEMENT DANS LE CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

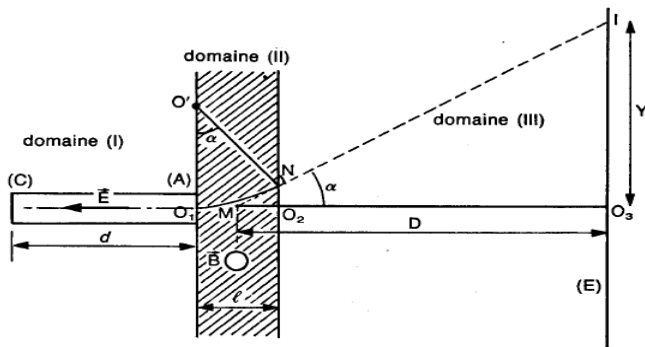
Exercice 1

Données: $D = 40\text{cm}$; $l = 1\text{cm}$;

$m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $E = 5 \cdot 10^4\text{V}$.

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces qui agissent sur lui.

1. Des électrons de masse m et de charge q sont



émis sans vitesse initiale par la cathode (C). Ils subissent sur la longueur d , l'action du champ électrique uniforme $\vec{E}$.

- Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode (A) ?
 - Que vaut la vitesse $\|\vec{v}_0\|$ d'un électron au point O_1 ?
2. Arrivés en O_1 , les électrons subissent sur la distance l l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure (le domaine où règne ce champ $\vec{B}$ est hachuré). Quel doit être le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N . Justifie la réponse.

Etablis l'expression du rayon $R = O_1O_2 = O_1N$ de ce arc de cercle.

A.N : Calcule R pour $B = 2 \cdot 10^{-3}\text{T}$.

- Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine III où il n'existe aucun champ ?
- Le domaine III est limité par un écran (E) sur lequel arrivent les électrons. Exprime en fonction de m, e, B, D, l et V_0 la déflection magnétique $O_3I = Y$ subie par un électron à la traversée du système II + III.

La droite IN coupe O_1O_2 au point M . L'écran E est à la distance D de ce point M .

On fera les hypothèses simplificatrices suivantes :

- Dans le domaine II de l'espace, on peut confondre la longueur de l'arc avec la longueur $O_1O_2 = l$ où règne le champ $\vec{B}$.
 - On supposera que la déviation angulaire est faible.
- c. Sachant que $Y = 3,35\text{cm}$, retrouve la valeur de $\|\vec{v}_0\|$ de la vitesse de l'électron au point O_1 .

Exercice 2

Le potassium naturel est un mélange de deux isotopes ^{39}K et ^{41}K . L'isotope ^{39}K est le plus abondant. On se propose de déterminer le nombre de nucléons x du deuxième isotope ainsi que le pourcentage de chacun des isotopes dans le potassium naturel.

On utilise pour cela un spectrographe de masse (figure) comportant trois zones :

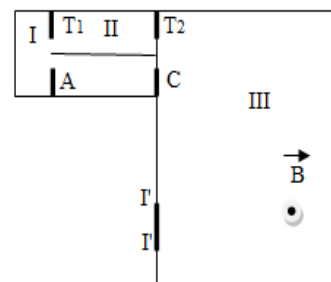
- Dans la zone I, un échantillon est vaporisé et ionisé sous forme d'ions $^{39}\text{K}^+$ et $^{41}\text{K}^+$.
- Dans la zone II, les ions sont accélérés par un champ électrique $\vec{E}$.
- Dans la zone III, les ions sont déviés par un champ magnétique $\vec{B}$ (perpendiculaire au plan de la figure) pour atteindre un écran luminescent.

Un vide poussé a été fait dans les trois zones. Le poids des ions est négligeable par rapport aux forces.

On assimilera la masse d'un ion à la somme des masses des nucléons de son noyau. Ainsi, la masse d'un ion $^{39}\text{K}^+$ sera $m = 39m_0$ et la masse d'un ion $^{41}\text{K}^+$ sera $m' = xm_0$.

On donne $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$;

Charge élémentaire : $q = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.



1. Etude de l'accélération (zone 2)

Entre les plaques A et C règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Les ions pénètrent en T_1 avec une vitesse pratiquement nulle et ressortent en T_2 avec une vitesse $\vec{V}$ de direction T_1T_2 .

- 1.1. Sur un schéma clair, représente qualitativement la force électrique $\vec{F}_e$ exercée sur un ion et le vecteur champ électrique $\vec{E}$.
- 1.2. On note $U = U_{AC} = V_A - V_C$ la tension entre les plaques ; établis l'expression de la vitesse V des ions $^{39}\text{K}^+$ à leur passage en T_2 en fonction de e, U , et m_0 .

- 1.3. Déduis-en, sans nouveau calcul, l'expression de la vitesse V' des ions ${}^xK^+$ à leur passage en T_2 fonction de e, U, x et m_0 .

2. Etude de la déviation (zone 3)

Les ions issus de T_2 pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C.

- 2.1. Sur un schéma clair, représente qualitativement la force électromagnétique $\vec{F}_L$ exercée sur un ion et le vecteur champ magnétique $\vec{B}$.
- 2.2. Montre que le mouvement ultérieur des ions est uniforme dans le plan de la figure.
- 2.3. Montre que la trajectoire des ions ${}^{39}K^+$ a un rayon $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78m_0U}{e}}$
- 2.4. Déduis-en, sans nouveau calcul, l'expression du rayon R' de la trajectoire des ions ${}^xK^+$ en fonction de x .
- 2.5. Calcule numériquement la distance D entre T_2 et le point d'impact sur l'écran luminescent des ions ${}^{39}K^+$ dans le cas où : $U = 10^3V$ et $B = 10^{-1}T$.

3. Exploitation

Sur l'écran luminescent, on observe deux tâches I et I'. La tâche I' est la moins lumineuse. (Voir figure).

- 3.1. A quel type d'ions correspond chaque tâche ? L'isotope ${}^xK^+$ est-il « plus lourd » ou « plus léger » que l'isotope ${}^{39}K^+$? Justifie.
- 3.2. Exprime IT_2 et $I'T_2$ en fonction de R et R' , rayon des trajectoires et montre que $\frac{IT_2}{I'T_2} = \sqrt{\frac{x}{39}}$
- 3.3. On ajuste les valeurs de U et de B de telle sorte que $IT_2 = 60cm$. On mesure ensuite la distance $I'I = 1,5cm$ entre les deux tâches. Déduis-en la valeur de x .

En I et I', on place des « compteurs » de particules. Pendant la même durée, on a pu dénombrer $n = 2216$ impacts au point I et $n' = 163$ impacts au point I'. Déduis de cette mesure la composition isotopique du potassium naturel (pourcentage de chacun des isotopes).

Exercice 5

Un accélérateur de particules, de type cyclotron, est constitué par les deux moitiés D_1 et D_2 d'une boîte cylindrique, plate, horizontale, sciée suivant un plan diamétral. Ces deux moitiés sont légèrement écartées l'une de l'autre d'une distance d (voir figure).

Au centre du dispositif, une source S émet des protons dont la vitesse initiale est nulle. D_1 et D_2 sont placées dans un champ magnétique uniforme vertical et constant $\vec{B}$ dont la direction est parallèle à l'axe des deux demi-boîtes cylindriques.

Entre D_1 et D_2 sur l'espace d agit un champ électrique uniforme E dont la direction est normale au plan de section diamétral de la boîte cylindrique.

1. Action du champ électrique $\vec{E}$.

On suppose que la différence de potentiel U appliquées entre D_1 et D_2 reste constante, S libérant un proton.

- 1.1. Calcule l'accélération a prise par ce proton ; quelle est la nature du mouvement ?
- 1.2. Etablis en fonction de U, e et m , l'expression de la vitesse V_1 de cette particule au moment où elle pénètre dans D_1 .

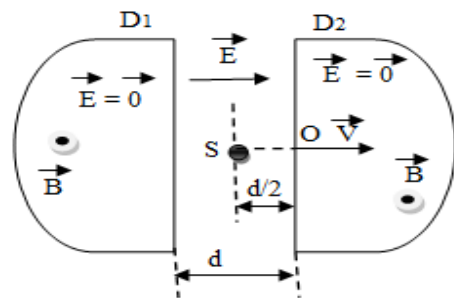
2. Action du champ magnétique $\vec{B}$: Le proton pénètre dans D_1

- 2.1. Montre qu'il est animé d'un mouvement circulaire uniforme.
- 2.2. Calcule le temps de transit t mis par le proton pour décrire ce demi-cercle. Montre que t est indépendant de V_1 .

Données : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$; $m = 1,67 \cdot 10^{-27}kg$; $U = 4000V$; $B = 1,03T$; $d = 0,01m$

3. Effet cyclotron : Au moment précis où le proton quitte D_1 , on inverse le sens de $\vec{E}$; le proton pénétrera ainsi dans D_2 ; quand il quitte D_2 , on inverse à nouveau le sens de $\vec{E}$ et ainsi de suite. A la sortie de D_1 , le proton possède la vitesse $\vec{V}_1$; il pénètre dans D_2 avec la vitesse $\vec{V}_2$.

- 3.1. Exprime V_2^2 en fonction de V_1^2 .
- 3.2. Exprime les carrés des vitesses de pénétration successives V_3^2 dans D_1 , V_4^2 dans D_2 en fonction de V_1^2 .
- 3.3. Déduis-en l'expression du carré de la vitesse V_n^2 en fonction de n et de V_1^2 .
- 3.4. En utilisant le résultat précédent, calcule le rayon R_n en fonction de R_1 et de n . Donne la valeur de n pour $R_n = 0,14m$ et calcule la vitesse correspondante.

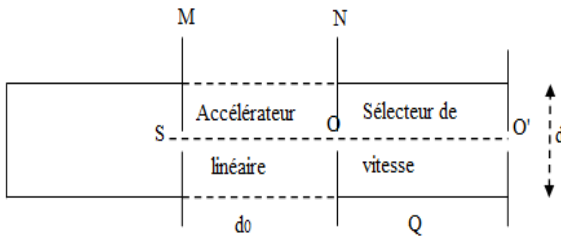


Exercice 6

Des ions mono ionisés d'hélium

${}^3_2He^+$; ${}^4_2He^+$; et ${}^6_2He^+$ produits dans une chambre d'ionisation pénètrent en S dans une accélération

linéaire où règne un champ électrostatique $\vec{E}_0$ créée par la différence de potentiel $U_0 = V_M - V_N$. Ces ions arrivent en O avec les vitesses respectives $\vec{V}_1, \vec{V}_2$ et $\vec{V}_3$ (voir figure)



1.
 - 1.1. Détermine le signe de la tension U_0 .
 - 1.2. Représente le champ électrostatique $\vec{E}_0$
 - 1.3. Exprime l'accélération de l'ion ${}^4_2\text{He}^+$ en fonction de U_0, d_0, e et m_2
 - 1.4. Précise la nature du mouvement.
2. En O, à la sortie de l'accélérateur, montre que :

$$m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 = m_3 v_3^2$$
3. Les ions pénètrent dans un sélecteur de vitesse limitée par les plaques P et Q. Ils sont soumis à l'action simultanée de deux champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$. $\vec{E}$ est créé par la différence de potentiel $U = V_Q - V_P > 0$ et $\vec{E}$ est uniforme et perpendiculaire à $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$ et $\vec{E}$.
 - 3.1. Représenter le champ $\vec{B}$ pour que les forces électrostatiques $\vec{F}_e$ et magnétiques $\vec{F}_m$ aient même direction et soient de sens contraire.
 - 3.2. On règle la tension U pour que les ions ${}^4_2\text{He}^+$ aient un mouvement rectiligne uniforme de trajectoire OO'. Exprimer U en fonction de B, V_2 et d.
4. Comment sont déviés les ions ${}^3_2\text{He}^+$ et ${}^6_2\text{He}^+$?

Exercice 7

Dans tout l'exercice, on considère que les ions se déplacent dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces. A l'aide du spectrographe de masse schématisé ci-dessous, on se propose de séparer les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ de masses respectives m et m'.

1. Les ions Li^+ pénètrent en O dans le champ électrique uniforme existant entre les deux plaques verticales P₁ et P₂ pour y être accélérés jusqu'en O'.
- a. Quel est le signe de la tension électrique $U_{P_1 P_2} = V_{P_1} - V_{P_2}$ que l'on établit entre P₁ et P₂ ?

- b. Les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ sortent en O' du champ électrique avec des vitesses respectives V et V', leur vitesse en O est négligeable devant V et V'.

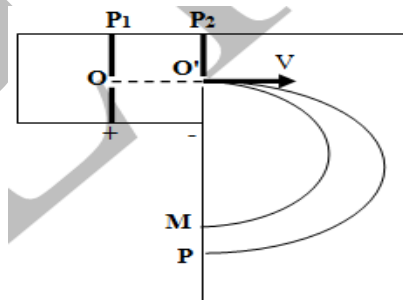
Etablis la relation $\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$.

2. Les ions Li^+ pénètrent en O' dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan du schéma et parviennent dans la zone de réception indiquée sur le schéma.
 - a. Précise en le justifier le sens du vecteur $\vec{B}$.
 - b. Montre que la valeur de vitesse est constante.
 - c. Montre que la trajectoire est circulaire. Exprimer son rayon R.
 - d. Les trajectoires des ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ ayant pour rayons respectifs R et R', établis la relation

$$\frac{R}{R'} = \sqrt{\frac{m}{m'}}$$

3. Exprime la distance MP entre les deux types d'ions à leur arrivée dans la zone de réception, en fonction de B, m, m', $|U_{P_1 P_2}|$ et de la charge élémentaire e. Fais l'application numérique.

Données : $|U_{P_1 P_2}| = 1,00 \times 10^4 \text{ V}$; $B = 2,00 \times 10^{-1} \text{ T}$; $m \approx 6u$; $m' \approx 7u$;
 $1u = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$



Exercice 8

Soit un cyclotron à fréquence fixe N. C'est un accélérateur de particules constitué de deux demi-cylindre conducteurs creux D₁ et D₂ appelées « dees », séparés par un intervalle étroit. A l'intérieur des deux dees D₁ et D₂, règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ (voir figure).

Une tension U est maintenue entre les deux dees.

Cette tension change de signe périodiquement. Des protons sont lancés à partir d'un point O dans la région D₁ avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$.

1. Exprime le rayon R de la trajectoire des protons dans le Dee D₁, ainsi que la durée du trajet effectué.
2. Détermine le vecteur vitesse $\vec{V}_0$ des protons lorsqu'ils sortent de la région D₁ en traversant la partie PQ. Quel doit être alors le signe de la

tension U pour accélérer les protons ? Avec quelle vitesse V_2 pénètrent-ils dans le dee D_2 ?

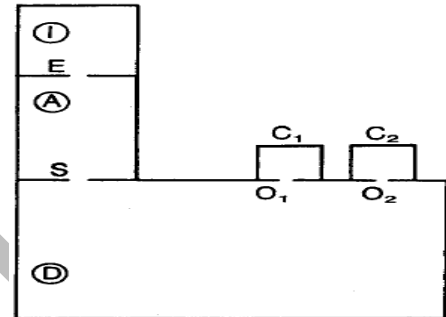
3. Exprime le rayon R_2 de la trajectoire des protons le « dee » D_2 , ainsi que la durée du trajet effectué.
4. Quel est le signe de la tension U lorsque les protons quittent le dee D_2 en traversant la paroi PQ ?
5. Calcule la période T et la fréquence N de la tension U , en négligeant la durée de transfert dans l'intervalle entre les deux dees.
6. Soit R_0 le rayon des dees. Donne les expressions de la vitesse et de l'énergie cinétique maximales acquises par les protons.

Exercice 9

$|U| = 4,00.10^3 V$; $B = 1,00.10^{-1} T$; $e = 1,60.10^{-19} C$

1. Des ions de masse m et de charge $q < 0$ sont produits dans la chambre d'ionisation (I) avec une vitesse pratiquement nulle. Ils entrent en E dans l'enceinte A, sous vide, où ils sont accélérés et ressortent en S.
2. Les orifices E et S sont pratiquement ponctuels, et on note $U_0 = V_E - V_S$ la différence de potentiel accélératrice. La vitesse des ions reste suffisamment faible pour que les lois de la mécanique classique soient applicables. Etablis l'expression littérale de la norme du vecteur vitesse d'ion à sa sortie en S, en fonction de m, q et U_0 .
3. A leur sortie en S, les ions pénètrent dans une deuxième enceinte sous vide D, dans laquelle règne un champ magnétique uniforme vertical.
 - a. Quel doit être le sens du vecteur champ magnétique pour que les ions puissent atteindre les points O_1 et O_2 ? Justifie ta réponse.
 - b. En S, le vecteur vitesse des ions est perpendiculaire à la droite passant par les points O_2 et O_1 et S. Montre que la trajectoire d'un ion dans l'enceinte D est plane. Montre que la vitesse de l'ion est constante, que la trajectoire est un cercle de rayon R . Détermine l'expression du rayon R .
4. Le jet d'ions sortant de la chambre d'ionisation est un mélange de d'ions $_{81}Br^-$, de masse $m_1 = 1,3104.10^{-25} kg$, et d'ions $_{79}Br^-$, de masse $m_2 = 1,3436.10^{-25} kg$.
 - a. Dans quel collecteur sont reçus les ions de masse m_1 ? Justifie la réponse.

- b. Calcule la distance entre les entrées O_1 et O_2 des deux collecteurs C_1 et C_2 chargés de récupérer les deux types d'ions.
- c. En une minute, les quantités d'électricités reçues respectivement par les collecteurs C_1 et C_2 sont $q_1 = -6,60.10^{-8} C$ et $q_2 = -1,95.10^{-8} C$. Détermine la composition du mélange d'ions. Justifie ta réponse.

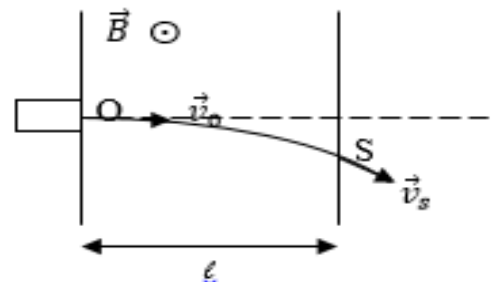


Exercice 10

Un faisceau de particules de charge q et de masse m est émis en O avec une vitesse $\vec{v}_0$ d'intensité $v_0 = 1,08.10^6 m.s^{-1}$. Il pénètre dans une zone de largeur $l = 4 cm$ où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ d'intensité 0, 1 T.

- 1) Précise sur un schéma le sens de la force de Lorentz. En déduis le signe de la charge q .
- 2) Montre que dans la zone magnétique la trajectoire des particules est circulaire plane. En S la particule quitte la zone magnétique. Sa vitesse est $\vec{v}_s$ avec une énergie cinétique $E_c = 2,43.10^4 eV$
 - a) Donne la valeur de $\vec{v}_s$ et précise la nature de la trajectoire au-delà de S.
 - b) L'angle α formé entre $\vec{v}_0$ et $\vec{v}_s$ a pour valeur 10° . En déduis la valeur du rayon de courbure du cercle.

Des résultats précédents, détermine la masse m et la charge q des particules du faisceau. Peux-tu identifier ces particules ?



Exercice 11

L'uranium naturel contient essentiellement deux isotopes : l'uranium 235 et l'uranium 238. Pour réaliser leur séparation :

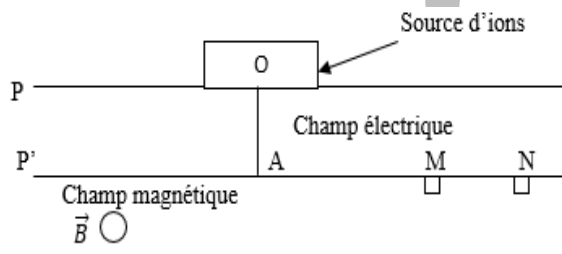
- Les atomes sont ionisés en U^+ dans une source d'ions d'où ils sortent avec une vitesse négligeable ;
 - Les ions sont ensuite accélérés entre deux plaques P et P' entre lesquelles on maintient une tension $U_0 = V_P - V_{P'}$;
 - Enfin ils sont déviés dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au vecteur vitesse $\vec{v}_A$ des particules à la sortie du champ électrique
- 1) Représente sur un schéma, le champ électrique accélérateur $\vec{E}$.
 - 2) Donne le signe de la tension U_0 .
 - 3) Calcule les vitesses v_1 et v_2 acquises par les ions uranium 235 et 238 au point A.
 - 4) Précise le sens de $\vec{B}$ pour que les ions puissent parvenir en M et N.
 - 5) Détermine la nature du mouvement des particules dans le champ magnétique (on admettra que la trajectoire est plane).
 - 6) Calcule la distance MN séparant les impacts en M et N des deux types d'ions.

Données :

$$|U_0| = 8,0 \cdot 10^3 V ; B = 0,2 T ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$$

$$m_1 (\text{ion uranium } 235) = 3,9 \cdot 10^{-25} kg$$

$$m_2 (\text{ion uranium } 238) = 3,95 \cdot 10^{-25} kg$$

**Exercice 12****Contexte**

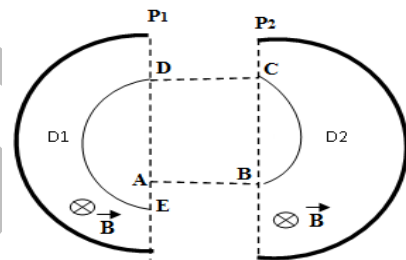
Un cyclotron est un accélérateur de particules chargées. Ce dispositif est constitué de deux zones D_1 et D_2 dans lesquels règne un champ magnétique vertical et dirigé vers le haut. La zone D_1 est limitée à droite par une grille P_1 et la zone D_2 à gauche par une grille P_2 , on peut appliquer une tension dont il est possible d'inverser le signe.

$$\text{Masse du proton } m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} kg ;$$

$$\text{Charge élémentaire } e = 1,6 \cdot 10^{-19} C ; B = 1 T$$

1. On injecte un proton au point A sans vitesse initiale. Il est accéléré entre A et B sous une tension $U_{P_1 P_2} = 10^3 V$. Détermine la vitesse du proton au point B.
2. Dans la zone D_2 , le proton parcourt le demi-cercle BC.

- 2.1. Détermine le rayon de ce demi-cercle.
- 2.2. Quel est le temps mis pour parcourir ce demi-cercle ?
3. Entre C et D, le proton est accéléré sous une tension $U_{P_1 P_2} = -10^3 V$. Puis dans la zone D_1 , il parcourt le demi-cercle DE.
- 3.1. Détermine la vitesse du proton au point D.
- 3.2. Déterminer le rayon de ce demi-cercle.
- 3.3. Quel est le temps mis pour parcourir ce demi-cercle ?
4. Entre A et E, on considère que le proton a fait un tour. Quelle est l'augmentation de l'énergie cinétique du proton pour chaque tour ?
5. On veut que le proton atteigne au moins une vitesse de $10^4 km/s$. Quel est le nombre minimal de tours qu'il faudra pour y parvenir ?
6. En négligeant le temps où le proton est compris entre D_1 et D_2 , indique :
 - 6.1. Le temps mis pour faire ce tour.
 - 6.2. Avec quelle fréquence il faudra inverser le signe de la tension entre deux grilles.

**Exercice 13****Contexte**

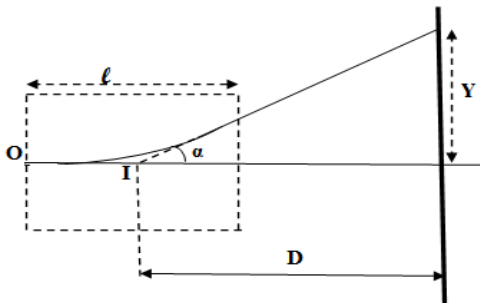
Au cours d'une évaluation formative, le professeur de sciences physiques présente aux élèves Radji et Vanessa le dispositif dont le schéma et la description sont donnés ci-dessous. Ils doivent étudier le mouvement des particules lorsque ces dernières sont déviées vers le haut par le champ magnétique $\vec{B}$.

Support**Description du dispositif**

Un faisceau homocinétique d'électrons pénètre en O à la vitesse $\vec{V}_0$ dans un domaine (en pointillés sur la figure) de largeur $l = 2cm$ où règne un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$ orthogonal à $\vec{V}_0$. A sa sortie du champ, le faisceau d'électrons semble provenir d'un point I proche du centre de l'espace champ magnétique. Un écran est placé à la distance $D = 10cm$ du point I perpendiculairement à $\vec{V}_0$.

$$V_0 = 100 km/s ; q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg ; Y = 4cm$$



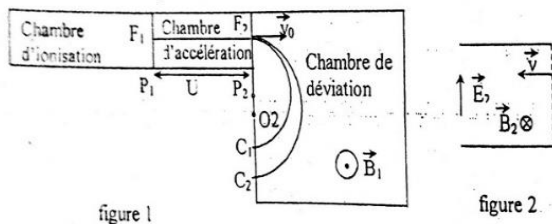
Tâche : Tu es invité (e) à étudier le mouvement des électrons dans le champ.

Consigne

- Précise sur la figure le sens du vecteur $\vec{B}$.
 - Montre que dans le champ magnétique le mouvement des particules est circulaire et uniforme dans un plan que l'on précisera.
- Exprime la déviation angulaire α (ou angulaire α de déflexion) du faisceau électronique en fonction de q , m , l , B et V_0 .
 - Détermine l'expression de la déviation linéaire Y du faisceau d'électrons sur l'écran.
 - Calcule les valeurs du champ magnétique B et du rayon R de la trajectoire si on observe sur l'écran une distance de déflexion Y .

Exercice 14

Données numériques : Nombre de masses $A_1 = 68$; $A_2 = 70$; Nombre de nucléon (proton ou neutron) $m_N = 1,67.10^{-27} kg$; Charge d'un ion Z_n^{2+} : $q = 2e$
 Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19} C$
 Module des champs magnétiques uniformes : $B_1 = 0,4 T$; $B_2 = 0,1 T$.



- On désire séparer deux isotopes ^{68}Zn et ^{70}Zn de masses respectives m_1 et m_2 . Ces masses sont proportionnelles aux nombres de masses A_1 et A_2 de ces atomes. En traversant la chambre d'ionisation, ces atomes ionisés en ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et $^{70}\text{Zn}^{2+}$ sortent par la fente F_1 avec une vitesse négligeable. Ils sont accélérés par un champ électrostatique uniforme $\vec{E}_1$ régnant entre les plaques P_1 et P_2 de la chambre d'accélération (voir figure 1). La tension U entre ces plaques vaut 16000 V.

2.

- Précise le sens de la force électrostatique $\vec{F}_e$ agissant sur les ions et en déduis celui du vecteur champ électrique $\vec{E}$.
 - Montre que l'énergie cinétique des différents isotopes à leur passage par la fente F_2 est indépendante de leur masse.
 - Calcule les modules V_{01} et V_{02} des vitesses des ions à la sortie de la chambre d'accélération.
3. Ces ions pénètrent par cette fente dans la chambre de déviation où règne un champ magnétique $\vec{B}_1$ perpendiculaire au plan de la figure.
- Montre que les mouvements des ions sont circulaires uniformes.
 - Les ions sortent de la chambre de déviation par les collecteurs C_1 et C_2 après avoir décrit une demi-circonférence.
- Détermine les ions arrivant en C_1 et ceux arrivant en C_2 .
 - Calcule les rayons R_1 et R_2 de leur trajectoire et en déduis la distance $C_1 C_2$.
4. A la sortie de la chambre de déviation, les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ animés de leur vitesse $\vec{v}$ entrent en I dans une zone de l'espace où règne un champ magnétique $\vec{B}_2$ se superpose à un champ électrique $\vec{E}_2$ (fig. 2). Cette vitesse $\vec{v}$ et le champ électrique $\vec{E}_2$ sont dans un plan de la figure. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}_2$ est perpendiculaire à ce plan. Quelle relation doit-il exister entre E_2 et B_2 pour que les ions traversent la zone d'un mouvement rectiligne uniforme ? Calcule alors E_2 .

Exercice 15

L'uranium naturel contient essentiellement deux isotopes : l'uranium 235 et l'uranium 238. On désire séparer les deux isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectrographe de masse (voir figure).

Les ions $^{235}\text{U}^+$ de masse m_1 et $^{238}\text{U}^+$ de masse m_2 produits dans une chambre d'ionisation sont introduits avec une vitesse initiale négligeable en O dans une chambre d'accélération entre deux plaques P_1 et P_2 soumises à une tension $U = V_{P1} - V_{P2}$. Ces ions sortent par la fente A.

1.

- Représente sur un schéma le sens du champ électrique $\vec{E}$ régnant entre les plaques P_1 et P_2 permettant l'accélération des ions.

- b. Exprime les vitesses v_1 et v_2 des ions $^{235}\text{U}^+$ et $^{238}\text{U}^+$ en fonction de q , U , et des masses respectives m_1 et m_2 .
Déduis-en une relation entre m_1 , m_2 , V_1 et V_2 .
2. A la sortie en A de la chambre d'accélération les ions pénètrent dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.
- a. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions soient déviés vers la plaque sensible ?
- b. Démontrer que les ions prennent dans le champ magnétique un mouvement circulaire uniforme dans un plan que vous préciserez.
- c. Déterminer les rayons de courbures R_1 et R_2 des trajectoires des ions en fonction de $U = V_{P1} - V_{P2}$, q et B , et de la masse de l'ion correspondant.
- d. Déterminer l'ion qui correspond à chacune des traces K et T sur la plaque sensible. Calculer la distance KT.

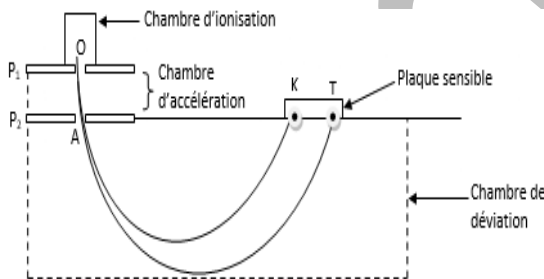
Données numériques : $B = 10^{-3}\text{T}$; $U = 4\text{kV}$

Charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

Unité de masse atomique : $1u = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$

Masse de l'uranium 235 : $m_1 = 235u$

Masse de l'uranium 238 : $m_1 = 238u$



Exercice 16

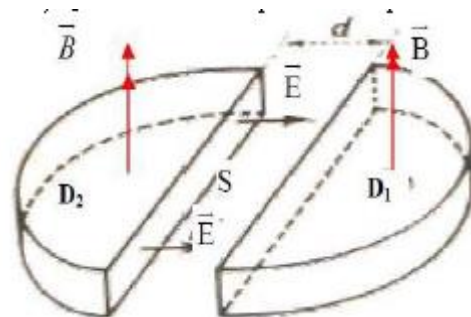
Un cyclotron est un dispositif constitué de deux demi-cylindre D_1 et D_2 , appelés Dees, séparés par une distance très faible d devant leur diamètre. Le tout est placé dans le vide. Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure est créé dans D_1 et D_2 . Entre les Dees et sur la distance d agit un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Ce champ $\vec{E}$ est constamment nul à l'intérieur de deux dees. On suppose que la d.d.p U entre D_1 et D_2 est constante.

Données : masse de proton $m = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$;

$$d = 1\text{cm}$$

1. Au voisinage immédiat de 2 une source S émet des protons avec une vitesse initiale négligeable.
- a. Précise la nature du mouvement du proton entre D_2 et D_1 .

- b. Etablis l'expression de la vitesse v_1 du proton au moment où il pénètre dans D_1 en fonction e , m et U . Calcule v_1 .
2. Le proton pénètre dans D_1 , sa vitesse v_1 est perpendiculaire à $\vec{B}$.
- a. Montre que le mouvement du proton dans D_1 est circulaire uniforme. Donne l'expression du rayon R_1 du demi-cercle décrit par le proton en fonction de e , m , B et U .
- b. Exprime littéralement le temps de transit τ mis par le proton pour décrire ce demi-cercle ; montre qu'il est indépendant de la vitesse donc non modifiée par la présence du champ électrique accélérateur. A.N : $B = 1\text{T}$.
3. Au moment précis où le proton quitte D_1 , on inverse le sens de $\vec{E}$, le proton pénètre ainsi dans D_2 avec une vitesse v_2 .
- a. Etablis l'expression de la vitesse v_2 du proton et donne l'expression du rayon R_2 de la trajectoire décrite dans D_2 .
- b. Exprime le temps de transit dans D_2 . Compare-le à τ .
4. Quand le proton quitte D_2 , on inverse à nouveau le sens de $\vec{E}$. La particule, accélérée par la même tension U , pénètre dans D_1 avec une vitesse v_3 , y décrit un demi-cercle de rayon 3, ainsi de suite...
- a. Exprime le rayon R_n de la $n^{\text{ième}}$ trajectoire en fonction du rayon R_1 de la première trajectoire.
- b. Donne la valeur n de pour $R = 0,14\text{m}$. Calcule la vitesse correspondante du proton.
- c. Quelle serait la d.d.p constante qui aurait donné cette vitesse au proton initialement émis sans vitesse initiale ?



Exercice 17

A l'occasion des jeux olympiques de l'été 1996, une revue scientifique faisait état des dernières méthodes de dépistage du dopage. On y décrivait une nouvelle méthode en voie d'homologation, mettant en jeu la spectrométrie de masse, dont le principe est donné ci-après.

Le dosage par les stéroïdes anabolisants administrés aux sportifs pour les muscles se développent serait assez facile à

dépister. Pourtant des stéroïdes anabolisants, notamment la testostérone, l'hormone mâle, sont naturellement présents dans l'organisme : comment faire la différence entre l'hormone naturelle et l'anabolisant interdit ? On propose une méthode fondée sur la spectrométrie de masse isotopique, où l'on détermine le rapport des concentrations en carbone ^{13}C et en un de ses isotopes le carbone ^{12}C . En effet, les rapports qui caractérisent les matières premières utilisées pour la préparation de la testostérone de synthèse et les molécules bio synthétisées par l'homme à partir de ces aliments sont différents.

On propose dans cette méthode de mesurer le rapport des concentrations en carbone ^{13}C et en carbone ^{12}C du dioxyde de carbone provenant de la combustion de l'hormone extraite d'un prélèvement d'urine de l'athlète contrôlé, par la technique de la spectrométrie de masse. Le déplacement des particules dans les chambres d'accélération s'effectue dans le vide (voir schéma ci-après).

❖ ACCELERATION

La chambre d'ionisation (1) produit des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ de masse m_1 et des ions $^{13}\text{CO}_2^+$ de masse m_2 . On néglige les forces de pesanteur dans la suite du problème.

Le mouvement des ions est rapporté au référentiel du laboratoire considéré galiléen.

Les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ pénètrent dans la chambre d'accélération (2) en O avec une vitesse initiale considérée comme nulle.

Ils sont soumis à un champ électrique, supposé uniforme, de vecteur $\vec{E}_0$ entre les plaques P_1 et P_2 et sortent de la chambre en O' avec respectivement des vitesses de valeur V_1 et V_2 .

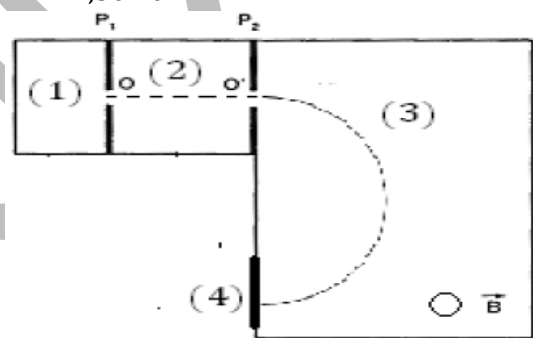
1. Représente sur schéma le vecteur champ électrique $\vec{E}_0$ et justifie la réponse.
2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ion $^{12}\text{CO}_2^+$, exprime V_1 en fonction de sa masse m_2 , de la charge élémentaire e et de la tension $U_0 = V_{P_1} - V_{P_2}$.
3. Montre qu'en O', V_1 et V_2 vérifient la relation : $m_1 V_1^2 = m_2 V_2^2$.
4. Calcule les valeurs numériques de V_1 et V_2 .

Données : $|U_0| = 4,00.10^3\text{V}$; $m_1 = 7,31.10^{-26}\text{kg}$; $m_2 = 7,47.10^{-27}\text{kg}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$

❖ DEVIATION

Les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ pénètrent en O' dans une zone (3) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure, permettant d'atteindre la plaque détectrice (4).

5. Représente sur le schéma le vecteur champ magnétique $\vec{B}$, permettant le mouvement circulaire uniforme des ions dans la direction attendue. Justifie la réponse.
6. Montre que pour la particule chargée de masse m , animée de la vitesse V , de charge e dans le champ magnétique uniforme de valeur B définis précédemment, le rapport $\frac{mV}{eB}$ donnant le rayon r de la trajectoire est homogène à une longueur. On admettra : $[\text{Tesla}] = [\text{kg}]\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$.
7. Exprime le rayon r en fonction de m , e , U_0 et B .
8. Déduis-en le rapport $\frac{r_1}{r_2}$ des rayons des trajectoires des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ en fonction de leurs masses m_1 et m_2 et les positions I_1 et I_2 des points d'impacts des ions de masses m_1 et m_2 . Place-les sur le schéma.
9. Exprime la distance $I_1 I_2$ en fonction de m_1 , m_2 , e , U_0 et B .
10. Calcule la distance $I_1 I_2$ sachant que $B = 2,50.10^{-1}\text{T}$.

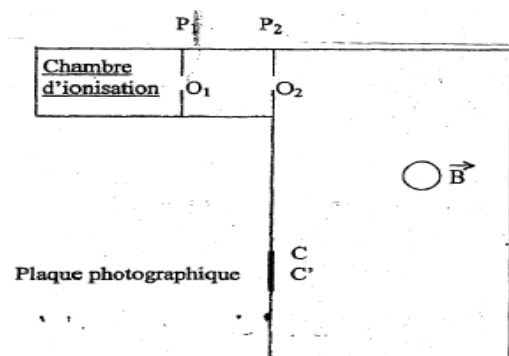


Spectromètre de masse

EXERCICE 18

On donne : $1u = 1,66.10^{-27}\text{kg}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$

On envisage la séparation des isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectroscope de masse. On néglige le poids des ions devant les autres forces.



1. Une chambre d'ionisation produit des ions $^{238}\text{U}^+$ et $^4\text{U}^+$, de masses respectives $m_1 = 238u$ et $m_2 = Au$. Ces ions sont ensuite accélérés dans le

vide entre deux métalliques parallèles P_1 et P_2 . La tension accélératrice a pour valeur $U_0 = 4kV$.

On suppose que les ions sortent de la chambre en O_1 avec une vitesse nulle.

- Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ? Justifie.
 - Montre que l'énergie cinétique est la même pour les deux types d'ions arrivant en O_2 . En est-il de même pour les vitesses ? Justifie.
 - Calcule la vitesse V_0 des ions $^{238}U^+$ lorsqu'ils sont en O_2 .
 - Exprime en fonction de A et de V_0 la vitesse V_0' des ions $^4U^+$ en O_2 .
2. Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure, d'intensité $B = 0,1T$
- Indique sur un schéma le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les ions $^{238}U^+$ parviennent en C' , et les ions $^4U^+$ en C . Justifie la construction.
 - Montre que les trajectoires des ions sont planes. Etablis la nature du mouvement ainsi que la forme de ces trajectoires.
 - Calcule le rayon de courbure R_1 de la trajectoire des ions $^{238}U^+$. Exprime le rayon de courbure R_2 de la trajectoire des ions $^4U^+$ en fonction de R_1 et de A .
 - On donne : $CC' = 1,77cm$. Calcule A et déduis-en V_0' .

EXERCICE 19

Dans tout le problème, on négligera le poids de la particule devant les autres forces et on appliquera les lois de la mécanique classique.

On envisage la séparation d'isotopes du Xénon (Xe) au moyen d'un spectrographe de masse

Une chambre d'ionisation produit des ions positifs. Ces ions sont ensuite accélérés entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2 , puis à l'action d'un champ magnétique permet de les séparer.

On donne :

$$e = 1,6.10^{-19}C ; m_N = m_p = 1,67.10^{-27}Kg$$

1. Accélération des ions

Les ions traversent la plaque P_1 en O_1 sans vitesse initiale. Ils sont alors soumis entre P_1 et P_2 à une accélératrice $U=1000V$

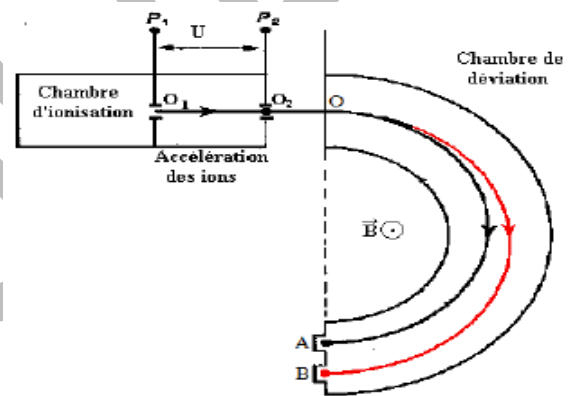
- Dans quel sens cette tension doit-elle être établie.
- Montre que l'énergie cinétique, acquise par les ions lorsqu'ils traversent la plaque P_1 en O_1 , est indépendante de l'isotope envisagé et cette valeur en joules.

- Calcule la vitesse acquise par les ions $^{129}_{54}Xe^+$ en O_2 . On assimilera la masse de l'ion à la somme des masses de ses nucléons.
- Exprime en fonction de x et v , la vitesse v' acquise par les ions $^{129}_{54}Xe^+$ en O_2

2. Séparation des ions

Les ions, animés des vitesses v et v' , pénètrent en O dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme perpendiculaire au plan de la figure.

- On s'intéresse au mouvement des ions $^{129}_{54}Xe^+$. Montre que celui-ci est plan, circulaire et uniforme. Donne l'expression du rayon de courbure R . Calcule R pour $B = 0,1T$. Les ions $^{129}_{54}Xe^+$ et $^{129}_{54}Xe^+$ décrivent un demi-cercle avant de tomber sur plaque photographique, respectivement en A et B .
- On mesure la distance $AB = 8cm$. Déduis-en la valeur de x ($B = 0,1T$)



Exercice 20

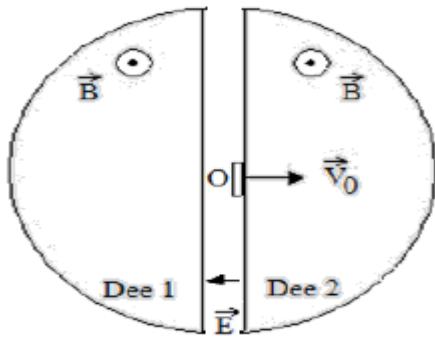
Un cyclotron est un instrument qui sert à accélérer des particules chargées, permettant ensuite de réaliser des expériences de physique nucléaire. Dans ce problème les particules chargées sont des protons de

masse $m_p = 1,67.10^{-27}Kg$ et de charge

$$q_p = +1,6.10^{-19}C$$

Le cyclotron est formé de deux demi-cylindres conducteurs creux appelés « dees » et séparés par un intervalle étroit. Un champ magnétique uniforme B règne à l'intérieur de chaque « dee », sa direction est parallèle à l'axe de ces demi-cylindres, sa valeur est $1,0 T$.

Un champ électrique E variable dans le temps, peut être établi dans l'intervalle étroit qui sépare les « dees ». Il permet d'augmenter la vitesse des protons chaque fois qu'ils pénètrent dans cet intervalle. Ce champ électrique variable est obtenu en appliquant une tension sinusoïdale de valeur maximale U_M et de fréquence f entre les deux « dees » : $U_M = 2.10^3V$



tours que le proton devra décrire dans le cyclotron.

6. Calcule la valeur du rayon à partir duquel les protons ayant acquis une vitesse de $2.10^4 km.s^{-1}$ seront extraits, en admettant qu'ils sont injectés à proximité immédiate du centre O du cyclotron

1. Le proton entre dans le « dee » 1 avec une vitesse initiale d'injection V_0 perpendiculaire à l'axe des demi-cylindres. On négligera le poids du proton devant la force magnétique.

- a. Donne l'expression de la force agissant sur le proton en O ; représente-la sur un schéma.
b. Le mouvement du proton étant plan, montre que la valeur de la vitesse est constante.
c. Montre que la trajectoire est circulaire de rayon

$$R_0 = \frac{m_P V_0}{q_P B}$$

2.

- a. Exprime la longueur parcourue par un proton sur le demi-tour de rayon R_0 .
b. Déduis-en l'expression du temps t mis par ce proton pour effectuer ce demi-tour.
c. Ce temps dépend-il de la vitesse d'entrée du proton dans le « dee » ? Calcule la valeur de t .
3. Le proton, après avoir fait un demi-cercle dans un « dee », entre dans l'intervalle étroit où il est accéléré par le champ électrique considéré comme constant, maximum et colinéaire au vecteur vitesse du proton durant son passage.

Calcule la fréquence f de la tension alternative appliquée entre les « dees » pour que les protons subissent une accélération maximale à chaque traversée de l'intervalle. On suppose que le temps de traversée de l'intervalle est négligeable devant le temps passé dans les « dees ».

4.

- a. Exprime littéralement, puis calcule la variation d'énergie cinétique ΔE_c du proton lorsqu'il traverse l'intervalle étroit. Le résultat sera exprimé en joule puis en électron-volt.
b. Précise si le rayon de la trajectoire du proton augmente ou diminue à chaque fois qu'il traverse l'intervalle étroit (justifie la réponse)
5. La vitesse d'injection du proton étant supposée pratiquement nulle, on désire que sa vitesse atteigne $2.10^4 km.s^{-1}$. Calcule le nombre de

LES SATELLITES

Dans tous les exercices on prendra

$$g_0 = 9,81 \text{ N/kg} ; G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Kg}$$

Exercice 1

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 considéré comme galiléen, muni d'un repère dont l'origine 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 sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1. Donne les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satellite S. Fais un schéma.
2. Donne l'expression du vecteur champ de gravitation créé par la planète P au point où se trouve le satellite S.
Représente ce vecteur champ sur le schéma précédent.
3. Détermine la nature du mouvement du satellite S dans le référentiel d'étude précisé.
4. Exprime le module de la vitesse linéaire V et la période de révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation G, du rayon r de la trajectoire du satellite et de la masse M de la planète P.

Montre que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante.

5. Sachant que l'orbite du satellite S a un rayon $r = 185500 \text{ km}$ et que sa période de révolution vaut $T = 22,6$ heures, détermine la masse M de la planète P.
6. Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution $T' = 108,4$ heures. Détermine le rayon r' de son orbite.

Exercice 2

Soit un satellite de masse m tournant autour de la terre de masse M à distance r du centre de la terre. En supposant que sa trajectoire est circulaire :

1. Donne l'expression l'énergie potentielle correspondant à la force de gravitation entre le satellite et la terre, préciser l'origine choisie pour l'énergie potentielle.
2. Donne l'énergie mécanique totale en fonction de G, M, m et r.

3. Montre que les trajectoires circulaires vérifient la troisième loi de Kepler.
4. Si un satellite paraît immobile dans le ciel, calcule sa hauteur, sa vitesse et son énergie totale.
5. Calcule la vitesse de libération de ce satellite.

On donne : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ et $m = 68 \text{ kg}$.

Exercice 3

La terre est assimilée à une sphère de rayon $R = 6370 \text{ km}$ animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de la ligne des pôles (perpendiculaires au plan de l'équateur). On supposera que le repère géométrique dont l'origine coïncide avec centre de la terre et dont les axes ont une direction fixes par rapport aux étoiles est galiléen.

A la surface de la terre, l'intensité du champ de pesanteur $g_0 = 9,8 \text{ N/Kg}$

A l'altitude h ($h = 0$) elle est $g_h = \frac{g_0 R^2}{(R+h)^2}$

1. Un satellite assimilé à un point matériel décrit d'un mouvement uniforme une orbite circulaire à l'altitude $h = 400 \text{ km}$. L'orbite est dans le plan de l'équateur.
 - a. Détermine la vitesse V du satellite dans le repère géométrique.
 - b. Détermine dans le même repère la période T et la vitesse angulaire W_0 du satellite.
 - c. Le satellite se déplace vers l'Est. Calcule l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur (la vitesse angulaire de rotation dans le repère géométrique pour la terre est $W_t = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$ et on rappelle que dans ce repère la vitesse d'un point de l'équateur est dirigée vers l'Est).
2. Un satellite géostationnaire reste en permanence à la verticale d'un même point du globe et son orbite dans le plan de l'équateur.
 - a. Quelle est la vitesse angulaire de ce satellite dans le repère géocentrique ?
 - b. Calculer le rayon de son orbite.

Exercice 4

Lorsqu'un satellite est animé d'un mouvement circulaire autour d'une planète, le rayon r de son orbite et la période T de son mouvement vérifient la

$$\text{loi de Kepler : } \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{cte}$$

1. Les satellites géostationnaires de la Terre ont une orbite circulaire de rayon $r = 42164 \text{ km}$ et une période $T_G = 86\,164 \text{ s}$. Calcule la masse M_T de la Terre.
2. Mars a deux satellites naturels, Phobos et Deimos. Phobos gravite à 9380 km du centre de

Mars avec une période de 7 h 39 min. Deimos a une trajectoire quasi circulaire de rayon $r_D = 23460 \text{ km}$ et une période $T_D = 30\text{h}18 \text{ mn}$.

- Calcule la masse de la planète Mars à partir des caractéristiques du mouvement de Phobos, puis de Deimos.
- Compare les valeurs obtenues.
- Au cours de la mission APOLLO XVII en 1972, le module de commande en orbite circulaire autour de la Lune, à une distance de 2040km du centre de celle-ci, avait une période de 8240s dans le repère sélénocentrique. Calculer la masse de la Lune.

Exercice 5

Un satellite terrestre décrit par rapport au référentiel géocentrique, une orbite circulaire à $h = 400 \text{ Km}$.

- Sachant que l'intensité de la pesanteur au sol est égale à g_0 . Calculer la valeur du champ de gravitation à l'altitude h ($R = 6370\text{Km}$)
- Montre que la trajectoire circulaire implique un mouvement uniforme.
- Calcule la vitesse V et la période T de ce satellite.

Exercice 6

On considère, un référentiel géocentrique, un satellite S de masse m gravitant autour de la terre d'un mouvement uniforme sur une orbite supposée circulaire de rayon r et situé dans un plan sensiblement équatorial.

- On utilisera la valeur g de l'intensité de la pesanteur sur la terre supposée sphérique, de rayon R et masse M . En utilisant la loi d'attraction universelle, exprime la vitesse angulaire W_S de S en fonction de r , g_0 et R .
- Application numérique : Calcule W_S ainsi que la période T_S avec les valeurs approchées suivantes : $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$; $r = 3,85 \cdot 10^8 \text{ m}$
- Compte tenu de la vitesse angulaire de rotation de la terre sur elle-même que l'on calculera, verra-t-on, de la terre, le satellite S se déplacé vers l'Est ou vers l'Ouest ? Justifie ta réponse.
- Calcule l'accélération « a » subie par le satellite dans son mouvement orbital. En déduire la masse m du satellite si la force attractive terrestre F vaut environ $2 \cdot 10^{20} \text{ N}$.
- Connaissez-vous déjà ce satellite par d'autres sources d'information (presse, télévision, etc.).

Exercice 7

A la base française de Kourou en Guyane, la fusée européenne « Ariane » décolle avec un satellite de télécommunication de masse 3 tonnes pour la mise en orbite à une altitude de 1600km autour de la terre avec une vitesse suffisante.

- Sachant que le rayon de la terre vaut

$R = 6400\text{Km}$:

- Etablis l'expression littérale de l'accélération en fonction de g_0 , R et h . Déduis-en l'expression de la vitesse $\vec{V}$.
 - Calcule la masse M_T de la terre.
- Evalue la vitesse que doit avoir le satellite sur sa trajectoire autour de la terre.
 - Calcule la durée d'une révolution autour de la terre
 - Calcule l'énergie cinétique du satellite et son énergie potentielle par rapport à la surface de la terre
 - La période de révolution de la terre autour du soleil vaut 444,2 fois celle du satellite autour de la terre. Calcule la distance séparant les centres de la terre et du soleil sachant que la masse du soleil $M_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$.

On prendra $\pi^2 = 10$ et $K = 6; 67 \cdot 10^{-11} \text{ USI}$.

Exercice 8

Un satellite supposé ponctuel, de masse m_S décrit une orbite circulaire d'altitude h autour de la terre assimilée à une sphère de rayon R_T . On fera l'étude dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen.

- Etablis l'expression de l'intensité g du vecteur champ de gravitation à l'altitude h en fonction de sa valeur g_0 au niveau du sol, de R_T et de h .
- Détermine l'expression de la vitesse V_S du satellite, celle de sa période et celle de son énergie cinétique.

A.N : $m_S = 1020\text{kg}$; $g_0 = 9,81\text{m.s}^{-2}$;

$R_T = 6400\text{km}$; $h = 400\text{km}$

- L'énergie potentielle du satellite dans le champ de pesanteur à l'altitude h est donné par la relation :

$$E_p = -\frac{Gm_S M_T}{R_T + h} \text{ où } G \text{ est la constante}$$

gravitationnelle et M_T la masse et en convenant que $E_p = 0$ pour $h = \infty$.

Justifie le signe négatif et exprime E_p en fonction de m_S , g_0 , R_T et h .

Détermine l'expression de l'énergie mécanique E du satellite puis compare E_p à E_c et E à E_c .

- On fournit au satellite un complément d'énergie $\Delta E = 5 \cdot 10^8 \text{ J}$. Il prend alors une nouvelle orbite circulaire. E utilisant les résultats du 3), détermine :

- Sa nouvelle énergie cinétique et sa vitesse.
- Sa nouvelle énergie potentielle et son altitude.

LA CALORIMETRIE

Données :

Chaleur massique de l'eau : $C_e = 4180 \text{ J/Kg/K}$;

Chaleur massique de la glace : $C_g = 2100 \text{ J/Kg/K}$

Chaleur latente de fusion de la glace $L_f = 334000 \text{ J/Kg}$

Exercice 1

Un calorimètre contient 100g d'eau à 20°C , on ajoute 80g d'eau à 50°C . La température d'équilibre observé est $\theta_f = 32^\circ\text{C}$. Quelle est la capacité calorifique du vase calorimétrique et ses accessoires.

Exercice 2

Un calorimètre contient une masse d'eau $m_1 = 250\text{g}$. La température initiale de l'ensemble est $t_1 = 18^\circ\text{C}$. On ajoute une masse $m_2 = 300\text{g}$ d'eau à la température $t_2 = 80^\circ\text{C}$.

1. Quelle serait la température d'équilibre thermique t_e de l'ensemble si la capacité thermique du calorimètre de ses accessoires était négligeable ?
2. On mesure en fait une température d'équilibre thermique $t_e = 50^\circ\text{C}$.
 - a. Déterminer la capacité thermique μ du calorimètre et de ses accessoires.
 - b. Quelle est la valeur en eau du calorimètre et de ses accessoires ?

Exercice 3

Un calorimètre contient 350 g d'eau à 16°C . La capacité calorifique du vase et des accessoires est 80J.K^{-1} .

On plonge dans l'eau de ce calorimètre un morceau de glace de masse $m_1 = 50\text{g}$ prélevé à la température de -18°C .

1. Quelle est la température finale d'équilibre sachant que toute la glace a fondu ?
2. On ajoute dans le calorimètre un nouveau morceau de masse $m_2 = 50\text{g}$, toujours élevé à la température de -18°C . On constate que ce nouveau morceau de glace ne fond pas entièrement. Quelle est la masse de glace restante ?

Exercice 4

Un calorimètre contient en masse $m_0 = 200\text{g}$ d'eau à la température $t_0 = 20^\circ\text{C}$. On introduit ensuite dans le calorimètre une masse $m_1 = 300\text{g}$ d'eau à la température $t_1 = 40^\circ\text{C}$. A l'équilibre thermique la température a pour valeur $t_2 = 31,5^\circ\text{C}$.

Enfin, on introduit dans le calorimètre une pièce en aluminium de masse $m = 50\text{g}$ et de température $t = 90^\circ\text{C}$. La température atteinte à l'équilibre thermique a pour valeur $t_3 = 32,7^\circ\text{C}$.

1. Détermine la capacité thermique du calorimètre.
2. Détermine la capacité thermique massique de l'aluminium.

Exercice 5

Zeinab a dans sa baignoire 70L d'eau chaude à la température $t_1 = 14^\circ\text{C}$.

1. Quelle quantité d'eau chaude (en litre) à la température $t_2 = 80^\circ\text{C}$ doit-elle ajouter pour prendre un bain à la température $t = 38^\circ\text{C}$?

Masse volumique de l'eau : $\rho_0 = 1000\text{Kg/m}^3$;

On néglige les échanges de chaleur avec l'air ambiant ainsi que la capacité calorifique de la baignoire.

Exercice 6

Dans un calorimètre parfaitement adiabatique, à la température ambiante de 35°C , on verse 115mL d'eau tiède à 47°C . La température d'équilibre est 45°C .

1. Calcule la capacité calorifique du calorimètre.
2. Immédiatement après on plonge dans le calorimètre 69g de zinc sortant d'un four à 120°C . La nouvelle température d'équilibre est 50°C .
 - a. Calcule la chaleur massique du zinc.
 - b. On ajoute ensuite 28cm^3 d'eau pure prise à 20°C . Quelle est la nouvelle température d'équilibre ?

Exercice 7

1. Un glaçon de masse 10g est à la température de 0°C . On l'échauffe en lui apportant la quantité $Q = 670\text{J}$.
 - a. Toute la glace fond-elle ?
 - b. Si non, quelle est la température finale et la masse restante de la glace ?
2. Dans le vase d'un calorimètre contenant une masse $M = 295\text{g}$ d'eau à la température $\theta_1 = 23,3^\circ$, on introduit un autre glaçon en cours de fusion, de masse $m = 36,2\text{g}$ à la température $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$. Calcule la température finale d'équilibre sachant que toute la glace a fondu.

On donne :

- Capacité calorifique du vase et des accessoires : $\mu = 77,4\text{K/K}$
- Chaleur massique de l'eau : $C_e = 4,185^3\text{J/Kg/}^\circ\text{K}$
- Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 334.10^3\text{J/kg}$

Exercice 8

Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 100g d'eau à 20°C . On introduit un morceau de glace de masse 20 g initialement à la température de 0°C .

1. Calcule la température d'équilibre.
2. Montre qu'il ne reste pas de glace lorsque l'équilibre est atteint.

3. Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse 20 g dont la température est -18°C .
 - a. Montre que lorsque l'équilibre est atteint il reste de la glace et que la température d'équilibre est 0°C .
 - b. Calcule les masses d'eau liquide et de la glace en présence.
4. Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon de masse 20 g à la température de -18°C .
 - a. Détermine la nouvelle température d'équilibre.
 - b. Calcule la masse d'eau qui se congèle.

Exercice 9

Un calorimètre contient de l'eau à la température $t_1 = 18,3^{\circ}\text{C}$; sa capacité thermique totale a pour valeur $C = 1350\text{J.K}^{-1}$. On y introduit un bloc de glace de masse $m = 42\text{g}$, prélevé dans le compartiment surgélation d'un réfrigérateur à la température $t_2 = -25,5^{\circ}\text{C}$. Il y a fusion complète de la glace et la température d'équilibre est $t = 5,6^{\circ}\text{C}$.

On recommence l'expérience (même calorimètre, même quantité d'eau initiale, même température), mais on introduit cette fois un glaçon de masse $m' = 35\text{g}$, à la température de 0°C . La nouvelle température d'équilibre est $t' = 8,8^{\circ}\text{C}$.

1. Déduis des expériences précédentes la chaleur latente de fusion L_f de la glace et la capacité thermique C_s de la glace.
2. On introduit un nouveau glaçon, de masse 43 g, à la température de -25°C , dans l'eau du calorimètre à la température t' issue de la dernière expérience.
 - a. Détermine la température atteinte à l'équilibre thermique.
 - b. Reste-t-il de la glace ? Si oui, détermine sa masse.

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau liquide $C_e = 4,19\text{kJ.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 10

On refroidit un bloc de glace de 40 g à -78°C avant de l'ajouter aux 560 g d'eau en équilibre dans un calorimètre en cuivre dont on néglige la capacité calorifique à 25°C .

1. Détermine la température finale du mélange
2. Reste-t-il encore de la glace. Justifie ta réponse ?
3. Calcule la quantité de chaleur échangée

On donne :

Chaleur massique de l'eau $C_e = 4,20\text{J/g.}^{\circ}\text{C}$

Chaleur massique de la glace $C_g = 2,15\text{J/g.}^{\circ}\text{C}$

Chaleur latente de fusion de la glace à 0°C ,

$L_f = 336\text{J/g}$

Exercice 11

Soit un calorimètre de capacité calorifique négligeable. Il contient de l'eau et de la glace dont la masse totale est $M = 500\text{g}$. On envoie dans ce calorimètre de la vapeur d'eau à 100°C et lorsque la masse du calorimètre a augmenté de $m = 20\text{g}$, on constate que sa température est de 10°C . On donne :

- Chaleur latente de fusion de la glace (à 0°C) :
 $L_f = 334\text{kJ.kg}^{-1}$;
 - Chaleur latente de vaporisation de l'eau (à 100°C) :
 $L_v = 2,26.10^3\text{kJ.kg}^{-1}$;
 - Chaleur massique de l'eau : $C = 4,2\text{kJ.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$
1. Calcule la quantité de chaleur fournie par la vapeur d'eau au calorimètre ;
 2. Calcule la masse de glace contenue initialement dans le calorimètre.

Exercice 12

1. Dans un calorimètre on place 100g d'eau à 100°C ; on y introduit ensuite un morceau de glace de masse 100g et à la température -10°C . Lorsque l'équilibre thermique est atteint, reste-t-il de la glace ? Quelle est la température d'équilibre ? La capacité calorifique du calorimètre est supposée négligeable.
2. L'équilibre précédent étant atteint, on introduit dans le calorimètre un morceau de glace identique au précédent (100g à -10°C). Quelle est la température du nouvel équilibre ? Quelles sont les masses de glace et d'eau en présence à l'équilibre ?

On donne :

- Chaleur latente de fusion de la glace (à 0°C) :
 $L_f = 334\text{J.g}^{-1}$;
- Chaleur massique de la glace :
 $C_g = 2,09\text{J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$
- Chaleur massique de l'eau : $C = 4,18\text{kJ.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$

INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

Exercice 1

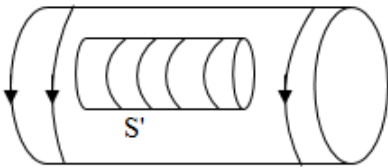
Un transformateur comporte les indications suivantes : Primaire = 4500 spires et secondaire = 150 spires

- On alimente le primaire avec une tension sinusoïdale de valeur efficace 240 volts. Calcule la tension efficace aux bornes du secondaire.
- On alimente le secondaire avec une tension sinusoïdale de valeur efficace 240 volts. Calcule la tension efficace au primaire.

Exercice 2

Dans un solénoïde de longueur $l = 1,20\text{m}$, comportant $N = 1000$ spires, on fait passer un courant $I = 12\text{A}$.

- Donne les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ dans le solénoïde ?
- Une bobine S' comportant $N' = 600$ spires, de surface $S' = 20\text{ cm}^2$ est placée à l'intérieur du solénoïde, de telle sorte que leurs axes soient horizontaux. Détermine le flux magnétique à travers S' .



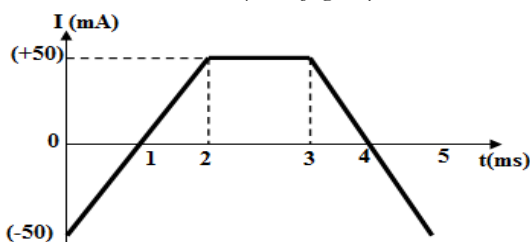
- On fait décroître I de 12 à 0 en 0,1s selon une fonction affine du temps.
 - Détermine la f.e.m. induite qui apparaît dans S' .
 - Identifier sur un schéma le sens de $\vec{B}$ et celui du courant induit.

Exercice 3

Un solénoïde possède deux enroulements entrelacés de rayon $r = 2,5\text{cm}$ et de longueur $L = 41,2\text{cm}$. On utilise respectivement $N_1 = 100$ spires pour l'enroulement (1) et $N_2 = 100$ spires pour l'enroulement (2).

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{SI}$$

L'enroulement (1) est parcouru par un courant d'intensité i_1 variable. (Voir figure)

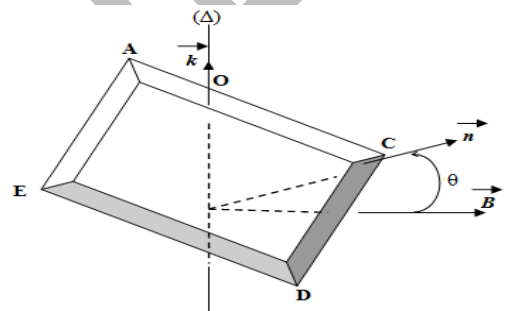


- Donne l'expression de la valeur B du champ magnétique créée par l'enroulement (1) en fonction de μ_0 , N_1 , L et i_1 .
- Exprime le flux magnétique à travers l'enroulement (2) en fonction de μ_0 , N_1 , N_2 , r , L et i_1 .
- Détermine la f.e.m. e_2 lorsque : $0 < t < 2\text{ms}$; $2\text{ms} < t < 3\text{ms}$; $3\text{ms} < t < 5\text{ms}$.
- Représente $e_2(t)$ sur le graphique de $i_1(t)$

Exercice 4

Un cadre rectangulaire ACDE, d'aire S comportant N spires peut tourner autour d'un axe Δ passant par les milieux des cotés AC et DE. Ce cadre est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal à Δ . Les spires sont orientées dans le sens ACDE. La normale au plan du cadre fait un angle θ orienté autour de l'axe $\vec{OK}$ avec la direction du champ magnétique $\vec{B}$

- Calcule le flux du champ magnétique à travers une spire puis à travers l'ensemble de la bobine.



- La bobine tourne à la vitesse angulaire constante ω autour de Δ . Montre qu'il apparaît dans la bobine une f.e.m. induite sinusoïdale. Précise son amplitude.
- Calcule l'amplitude de la f.e.m.

Application numérique : $N = 150$; $S = 900\text{cm}^2$

$B = 0,6\text{T}$; $\omega = 3000\text{tours/mn}$.

Exercice 5

Deux rails horizontaux et parallèles AC et DE, distants de $l = 10\text{cm}$, sont placés dans un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$ vertical dirigé vers le haut, d'intensité

$B = 2 \cdot 10^{-2}\text{T}$. Les extrémités A et D sont reliées par l'intermédiaire d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1\Omega$. Un conducteur MN est placé dans le plan des rails tout en restant perpendiculaire à ceux-ci, à la vitesse constante $V = 0,8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

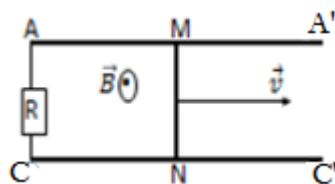
On néglige les frottements. Les rails et le conducteur MN ont une résistance négligeable.



1. Détermine la f.é.m. induit qui apparait dans le conducteur MN.
2. Détermine le sens et l'intensité du courant induit dans le circuit.
3. Calcule la puissance électrique P_e engendrée.
4.
 - a. Détermine les caractéristiques de la force de Laplace qui agit sur le conducteur MN.
 - b. Déduis-en les caractéristiques de la force F_m exercée par le manipulateur.
 - c. Détermine la puissance P_m de cette force de cette force, puis compare avec P_e .

Exercice 6

Un conducteur MN de longueur $l = 25\text{cm}$ peut rouler sans frottement sur 2 rails parallèles AA' et CC' la vitesse constante $V = 36\text{km/h}$. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire aux rails (figure ci-dessous).



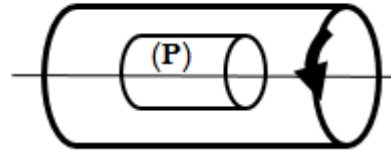
1. A l'instant initiale, le conducteur est confondu avec AC.
 - a. Exprime en fonction de l et x (distance AM parcourue) la surface S balayée par le conducteur.
 - b. Déduis en fonction de l , B et x le flux coupé par le conducteur.
 - c. En appliquant la loi de Faraday, trouve la f.é.m induite si $B = 1\text{T}$.
2. Les rails sont reliés par une résistance de protection $R = 0,5\Omega$; la résistance des rails est négligée et celle du conducteur MN est $r = R$.
 - a. Montre que MN est parcouru par un courant induit i lors de son déplacement.
 - b. Calcule l'intensité de ce courant.
 - c. Quel est l'effet de ce courant dans le conducteur ? Généralise.
 - d. Caractérise cet effet (direction, sens et valeur). Justifie son sens.
 - e. Calcule la puissance de la force électromagnétique créée par le courant induit.

- f. Calcule de deux façons l'énergie développée par le conducteur lors de son déplacement en une minute à la vitesse constante $\vec{v}$.
- g. Que se passe-t-il lorsqu'on transmet de façon adiabatique cette énergie à 5g de glace à -10°C .

Exercice 7

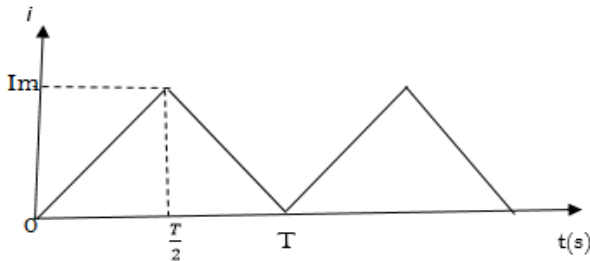
On considère deux bobines (voir figure)

Bobine 1



- Pour la bobine 1 (solénoïde) les caractéristiques sont :
 - Nombre de spires : $N_1 = 1000$
 - Longueur $l_1 = 1\text{cm}$
 - Pour la bobine 2 (plate), les caractéristiques sont :
 - Nombre de spires : $N_2 = 200$
 - Diamètre $d_2 = 10\text{cm}$
1.
 - a. Caractérise le champ magnétique créé à l'intérieur du solénoïde lorsque celui-ci est parcouru par un courant i_1 .
 - b. Déduis-en l'expression littérale du flux d'induction envoyé par la bobine 1 dans la bobine 2.
- Montre que ce flux d'induction est proportionnel à une constante M que l'on exprimera. Calcule la valeur de M . Précise son unité.
- c. Calcule le flux pour $i_1 = 2\text{A}$.
 - d. Que se passe-t-il dans la bobine 2 :
 - Lors de la fermeture du circuit de la bobine 1.
 - Lors de l'ouverture du circuit de la bobine 1.
 - e. A quelle condition y-a-t-il courant induit dans la bobine 2 ? Trouve son sens à la fermeture et à l'ouverture du circuit de la bobine 1. Conclue.
2. On annule le courant dans la bobine 1 en un laps de temps égal à $1/100\text{s}$.
 - a. Calcule la f.é.m induite dans la bobine plate.
 - b. Calcule l'intensité du courant induit sachant que les deux bobines en cuivre sont faites à partir du même conducteur
 $\rho_{Cu} = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.
 - c. Calcule la quantité d'électricité induite dans la bobine.
 - d. Déduis-en le nombre d'électrons en circulation.

3. Calcule la f.e.m. induite dans la bobine plate lorsque le solénoïde est parcouru par les courants successifs : $i_1 = 5t + 2$;
 $i_2 = 2\sqrt{2}\cos 100\pi t$; $i_3 = -2t + 1$
4. On fait passer dans le circuit du solénoïde un courant dont l'intensité varie comme l'indique le graphe suivant : $I_m = 2A$ et $T = 10^{-2}s$



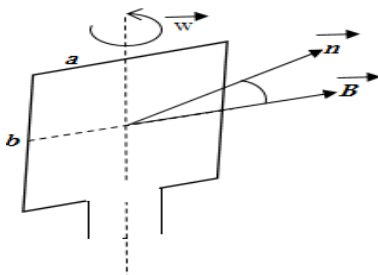
- Exprime dans chaque intervalle entre 0 et T, l'intensité du courant dans le solénoïde.
- Déduis-en dans chaque intervalle de temps la f.e.m. induite dans la bobine plate.
- Trace le graphe $e = f(t)$.

Exercice 8

Une bobine rectangulaire de dimension a et b comportant N spires effectue de façon uniforme 3000 tours par minute dans un champ magnétique uniforme de valeur $10^{-2}T$. A l'instant initial le vecteur magnétique est perpendiculaire au plan de la bobine dans le sens positif.

- Exprime le flux d'induction à travers la bobine à un instant t.
 - Déduis-en l'expression de f.e.m. induite dans la bobine en rotation.
 - Trouve l'expression de la tension aux bornes de l'alternateur.
- Précise les valeurs maximale et efficace de cette tension.

On donne : $a = 5cm$; $b = 10cm$; $N = 1000$ spires



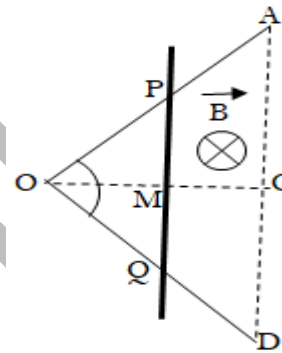
Exercice 9

Deux tiges (OA) et (OD) sont soudées et forment un angle droit en O. $OA = OD = a = 0,8m$. Une tige (PQ) de même nature et de même section que (AO) et (OD) se déplace parallèlement à (AD), avec une vitesse constante $\vec{V}$. Soit le point C, milieu de (AD) et M le

point d'intersection de (PQ) avec l'axe (OC). La position de la tige (PQ) est repérée depuis le point O par $OM = x$, le déplacement s'effectuant jusqu'en C. On donne μ , la résistance linéique des tiges (OA), (OD) et (PQ).

$\mu = 1,24\Omega/m$; $B = 0,12T$; $V = 0,65m/s$.

- Exprime la surface balayée (ou surface du circuit) en fonction de x.
- Déduis-en l'expression du flux magnétique.
- Donne l'expression de la f.e.m. d'auto-induction.
- Donne l'expression de l'intensité induite du courant et calcule sa valeur.



AUTO-INDUCTION

Exercice 1

Un solénoïde de 50cm de longueur et de 8cm de diamètre est considéré comme infiniment long ; il comporte 2000 spires par mètre.

1. Donne les caractéristiques du vecteur champ magnétique à l'intérieur du solénoïde quand celui est parcouru par un courant.
2. Calcule l'inductance L du solénoïde.

Exercice 2

Un solénoïde de longueur $l = 10\text{cm}$ de diamètre $d = 1\text{mm}$, comporte $N = 10^4$ spires et a une résistance négligeable. On le branche aux bornes d'un générateur de courant continu, de f.é.m. $\mathcal{E} = 9\text{V}$ et de résistance interne $r = 9\Omega$.

1.
 - a. Donne l'expression du courant I dans le circuit et calcule-la.
 - b. Etablis l'expression de l'inductance L du solénoïde en fonction de μ_0 , N , l , et d puis la calcule sachant que $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{SI}$
2.
 - a. Calcule la valeur du champ $\vec{B}$ au centre du solénoïde.
 - b. Détermine le flux propre de $\vec{B}$ à travers la bobine. Déduis la valeur de L .

Exercice 3

Un circuit contient une bobine longue de 50 cm comportant 1000 spires de diamètre moyen $d = 5\text{cm}$.

1. Calcule l'inductance de cette bobine.
2. A la fermeture du circuit, l'intensité du courant varie linéairement de 0 à 6A en 0,5s.
 - a. Etablis l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps.
 - b. Calcule la force électromotrice d'auto-induction qui apparaît dans la bobine.

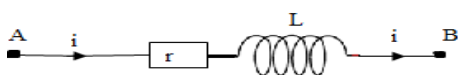
Exercice 4

L'établissement du courant dans une bobine obéit à la loi suivante $i = 2(1 - e^{-0,5t})$

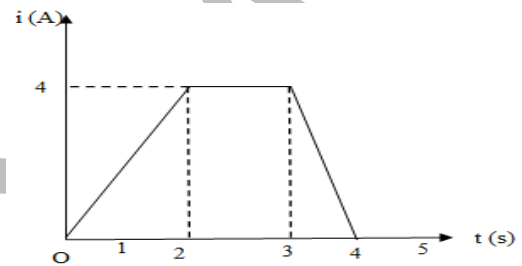
1. A l'instant $t = 0$, la f.é.m. d'auto-induction vaut $-0,5\text{V}$. Calcule l'inductance la bobine.
2. Calcule l'énergie stockée dans la bobine lorsque le régime permanent est établi.

Exercice 5

Une bobine (A, B) d'inductance $L = 0,2\text{H}$ de résistance $r = 5\Omega$ est traversée par un courant d'intensité i .



1. L'intensité du courant varie dans la bobine en fonction du temps (voir figure).
 - a. Détermine la f.é.m. induite $\mathcal{E}$ dans la bobine pendant les intervalles de temps (en s) : $[0 ; 2]$; $[2 ; 3]$ et $[3 ; 4]$.
 - b. Exprime i en fonction du temps dans chacun des intervalles.
2. Représente graphiquement $\mathcal{E}$ en fonction du temps.
3. Détermine la tension U_{AB} aux bornes de la bobine pendant les mêmes intervalles de temps. Représente graphiquement U_{AB} en fonction du temps.



Exercice 6

Une bobine est caractérisée par (L, R) . Quand elle est parcourue par un courant continu d'intensité $i = 0,5\text{A}$, la tension à ses bornes est $U_1 = 3\text{V}$. Quand elle est parcourue par un courant d'intensité $i(t) = 0,5t$ (t est exprimé en s), la tension à ses bornes est : $u(t) = 2 + 3t$.

- a. Détermine les valeurs de R et L .
- b. Détermine le flux propre et la force électromotrice de cette bobine parcourue par le courant $i(t) = 0,5t$.

Exercice 7

Un solénoïde comporte N spires uniformément enroulées sur un manchon de longueur l et de section S

1. Détermine les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ créé à l'intérieur de la bobine par un courant d'intensité I traversant cette bobine.
2. Donne l'expression du flux à travers cette bobine en fonction de μ_0 , N , S , l et i .

On prendra le sens choisi pour orienter les spires.

3. Déduis-en l'expression de l'inductance L en fonction des caractéristiques de la bobine.
4. Calcule L pour : $N = 1000$ spires ; $l = 40\text{cm}$; $S = 20\text{cm}^2$ et $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{SI}$

Exercice 8

Une bobine (A, B) de résistance négligeable et d'inductance $L = 36\text{mH}$ est traversée par un courant continu allant de A vers B.

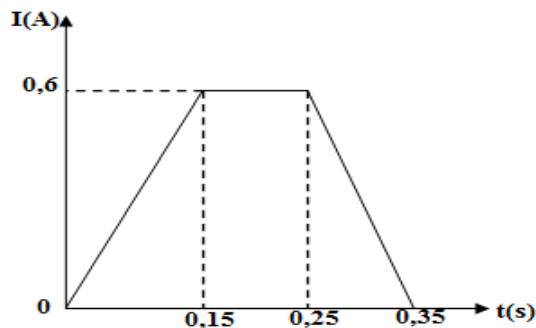
1. Détermine la tension u_{AB} aux bornes de la bobine.

- Lors de l'établissement du courant, son intensité dans la bobine passe de $i_0 = 1\text{A}$ à la valeur $i_1 = 2,5\text{A}$ en 20s. Calcule la f.e.m. moyenne d'auto-induction aux bornes de cette bobine.
- Lors de l'annulation du courant dans la bobine, l'intensité du courant dans la bobine passe de i_1 à $i_2 = 0,5\text{A}$ en 10s. Calcule la f.e.m. moyenne d'auto-induction aux bornes de la bobine et la tension moyenne u_{AB} .
- Représente dans les cas de la question 2 et de la question 3, le générateur de tension équivalent de même f.e.m.

Exercice 9

Un solénoïde comprend 1600 spires de section moyenne $S = 15\text{cm}^2$ réparties régulièrement sur une longueur $l = 40\text{cm}$.

- Un courant continu d'intensité $I = 0,6\text{A}$ parcourt le fil conducteur. Donne les caractéristiques (direction, sens, intensité) du vecteur champ magnétique créé à l'intérieur de la bobine.
On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{SI}$
- L'intensité du courant devient nulle en 0,05s.
 - Calcule pendant ce temps la variation de flux à travers le solénoïde.
 - Calcule l'inductance L de la bobine.
 - Calcule pendant la rupture du courant, la valeur de la f.e.m. d'auto-induction.
 - Les variations de l'intensité du courant sont maintenant conformes aux indications du graphe (voir figure). Pendant cet intervalle de temps $t = 0,35\text{s}$, détermine les diverses valeurs prises par la f.e.m. d'auto-induction et représente graphiquement cette grandeur en fonction du temps. Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 0,05\text{s}$; $1\text{cm} \leftrightarrow 24\text{mV}$

**Exercice 10****Contexte**

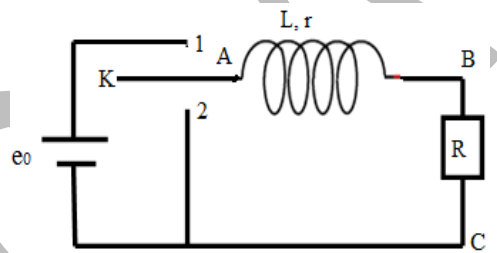
Diata et Karim découvrent dans le laboratoire du collège un solénoïde (considéré comme infiniment long) de 50cm de long, 8cm de diamètre et comportant $N = 2000$ spires par mètre. Ils utilisent ce

solénoïde pour réaliser le montage dont le schéma est ci-dessous. Ils ferment l'interrupteur K dans la position 1. Ensuite, à l'instant $t = 0$ (en un temps négligeable), ils font passer l'interrupteur de la position 1 à la position 2. Ils veulent déterminer l'intensité $i = f(t)$ du courant dans le circuit.

Support

- La résistance interne du générateur est négligeable.
- $e_0 = 9\text{V}$; $r = 8\Omega$; $R = 10\Omega$
- U_R est la tension aux bornes du dipôle (B,C)

On désigne respectivement par t_1 et t_2 , les temps au bout desquels U_R atteint 90 % et 10 % de sa valeur maximale.



Tâche : Tu es invité(s) à déterminer $i = f(t)$.

Consigne

- Donne les caractéristiques du vecteur champ magnétique à l'intérieur du solénoïde quand celui-ci est parcouru par un courant et précise le sens de ce courant.
- Etablis l'expression littérale du flux propre Φ_P de ce solénoïde en admettant que les caractéristiques précédentes sont valables dans tout l'espace intérieur.
- Déduis-en les expressions littérales et numériques de son auto-inductance L .
- Détermine l'intensité I_0 du courant dans le circuit en régime permanent, lorsque l'interrupteur est en position 1.
 - L'interrupteur étant en position 2, établis l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant dans le circuit. Montre que l'intensité du courant est donnée en fonction du temps par la relation $i = I_0 e^{-t/\tau}$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$ (Constante de temps).
- Exprime $t_d = t_2 - t_1$ en fonction de τ .
 - La représentation graphique de U_R en fonction du temps t donne $t_d = 1,6\text{ms}$. Déduis-en la valeur de τ .

Exercice 11

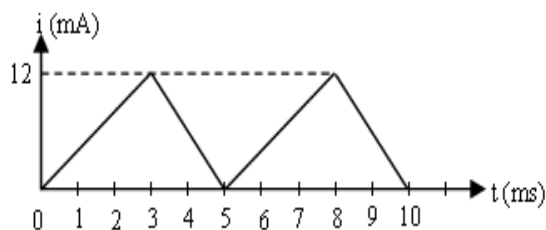
Une bobine, de résistance $R = 4\Omega$ et d'inductance $L = 0,5H$, est parcourue par un courant dont l'intensité varie selon la loi : $i = 0,63t$ (i en ampères) dans l'intervalle $0 \leq t \leq 2s$.

- 1) Calcule la valeur u de la tension aux bornes de la bobine à la date $t = 1s$.
- 2) Calcule l'énergie emmagasinée dans la bobine à la date $t = 1s$.

Exercice 12

L'intensité du courant dans une bobine d'inductance $L = 0,1 H$ varie en fonction du temps selon la loi indiquée par la figure ci-contre :

1. Ecris l'expression de la f.é.m. d'auto induction ;
2. Calcule la f.é.m. dans les différents intervalles de temps.
3. Représente graphiquement la variation de la f.é.m. en fonction du temps.
4. Calcule l'énergie maximale emmagasinée dans la bobine.

**Exercice 13**

Au cours d'une séance de travaux pratiques, ton professeur de physique met à la disposition de ton groupe un solénoïde (A, C) de longueur $\ell = 41,2 \text{ cm}$ et de résistance négligeable. Il comporte $N = 400$ spires de rayon $r = 2,5 \text{ cm}$. Il est orienté arbitrairement de A vers C.

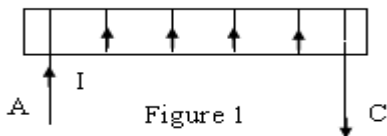


Figure 1

Vous réalisez les expériences ci-dessous :

- **Expérience 1** : le solénoïde est parcouru par un courant continu d'intensité $I = 5 \text{ A}$.
- **Expérience 2** : le solénoïde est maintenant parcouru par un courant électrique (i) dont l'intensité varie avec le temps comme l'indique la figure 2. Un phénomène d'auto-induction y prend naissance.

Il vous est demandé de déterminer l'inductance de la bobine et de représenter la courbe $u_{AC}(t)$ aux bornes de la bobine dans la deuxième expérience.

Données : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$.

Tu es le rapporteur de ton groupe. Tu utiliseras au besoin l'échelle suivante :

1 cm $\leftrightarrow$ 50 mV ; 1 cm $\leftrightarrow$ 10 ms

1. Expérience 1

- 1.1. Représente quelques lignes du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde ainsi que le vecteur champ $\vec{B}$ (direction et sens).
- 1.2. Donne l'expression littérale de l'intensité B du champ magnétique, à l'intérieur du solénoïde en fonction de μ_0 , N , ℓ et I .
- 1.3. Calcule la valeur de B .
- 1.4. Donne l'expression littérale du flux propre Φ de la bobine en fonction de N , B et r , puis calcule-le.
- 1.5. Calcule la valeur de l'inductance L de la bobine.

2. Expérience 2

- 2.1. Donne l'expression de la tension u_{AC} en fonction de L et $\frac{di}{dt}$ (se référer à la figure 3).
- 2.2. Calcule u_{AC} sur une période : $t \in [0 ; 50 \text{ ms}]$ en prenant $L = 10^{-3} H$
- 2.3. Trace la courbe $u_{AC}(t)$.

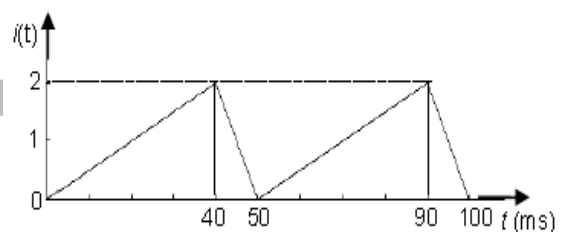


Figure 2

Exercice 15

1. Etablis l'expression de l'inductance d'un solénoïde
 - a. En fonction de N , ℓ et S
 - b. En fonction de N , ℓ et R
 - c. En fonction de N , ℓ et d
 - d. En fonction de n , ℓ et d
 - e. En fonction de ℓ , d et d_f
 - f. En fonction de L et ℓ

N : nombre de Spires ;

n : nombre de spires par mètre ;

d : diamètre d'une spire ;

ℓ : longueur de la bobine ;

S : section d'une spire ;

R : rayon d'une spire ;

d_f : diamètre du fil conducteur ;

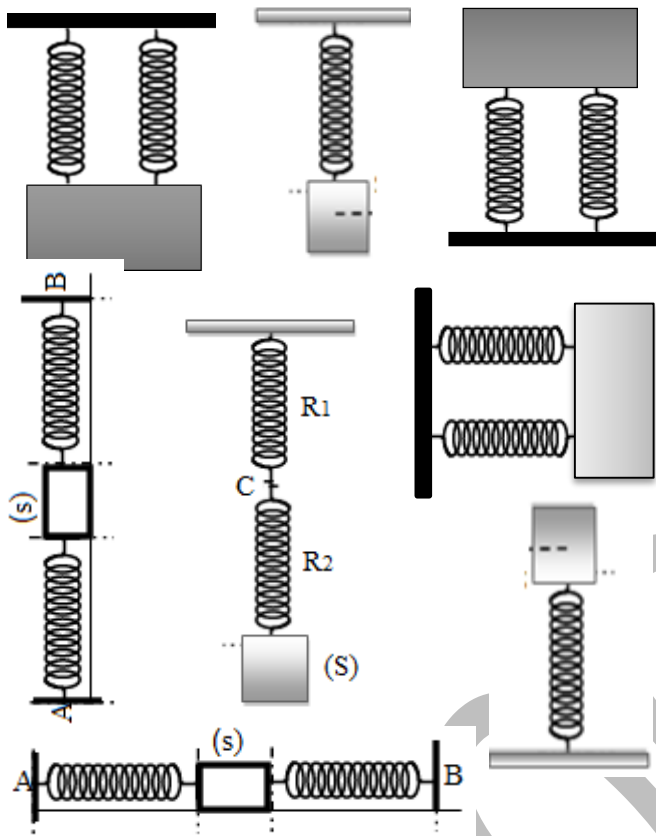
L : longueur totale (du fil) enroulé

LES OSCILLATEURS

MECANIQUES LIBRES

Exercice 1

Détermine la constante de raideur dans chacun des cas



Exercice 2

On dispose d'un pendule simple élastique horizontal. Le ressort a une raideur $K = 10\text{N/m}$ et le solide S est fixé à l'extrémité mobile à une masse $m = 100\text{g}$. L'abscisse x du centre d'inertie G de S est repérée par rapport au point O position de G à l'équilibre. On écarte S de sa position d'équilibre et on le lâche.

1. Etablis l'équation différentielle du mouvement. A l'instant $t_0 = 0$ choisi comme origine des dates, son abscisse est $x_0 = 2\text{cm}$ et sa vitesse $V_0 = -0,20\text{m/s}$.
2. Détermine la pulsation ω_0 , la période T_0 et la fréquence N_0 .
3. Détermine l'équation horaire du mouvement et la vitesse.
4. Calcule à l'instant $t = 6\text{s}$ la position et la vitesse de G .
5. Calcule l'énergie totale du système et déduis-en la valeur de sa vitesse pour l'élongation $x = 1\text{cm}$.

Exercice 3

Un pendule est constitué d'un ressort de masse négligeable, auquel est accroché un solide de masse $M = 200\text{g}$. La longueur à vide du ressort est

$l_0 = 16\text{cm}$. Quand le solide est accroché, la longueur est $l = 20\text{cm}$.

1. Ecris la condition d'équilibre du solide et calcule la constante de raideur du ressort.
2. On tire verticalement vers le bas d'une longueur de 6cm , puis on l'abandonne sans vitesse initiale.
 - a. Etablis l'équation différentielle du mouvement.
 - b. Calcule la pulsation propre, la période propre et la fréquence des oscillations.
3. En prenant comme origine des dates, l'instant où le solide se trouve à l'abscisse $+3\text{cm}$ et se dirige vers la position d'équilibre, détermine l'équation horaire du mouvement du solide.
4. A quelle date le solide passe-t-il pour la première fois par la position d'équilibre ?

On donne : $g = 10\text{m.s}^{-2}$

Exercice 4

Un ressort, de masse négligeable, spires non jointives, de coefficient de raideur $= 10\text{N/m}$, peut se déplacer le long d'un axe horizontal Ox , on fixe l'une de ses extrémités en A et on accroche à l'autre extrémité un objet S de masse $m = 0,1\text{kg}$. L'objet S étant en équilibre, on lui communique une vitesse $\vec{v}_0$ dirigée suivant l'axe du ressort et de valeur $v_0 = 0,4\text{m.s}^{-1}$ à $t = 0\text{s}$.

1. Etablis l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G de l'objet S .
2. Déduis-en l'équation horaire du mouvement de G en précisant les valeurs de l'amplitude, de la pulsation et de la phase.
3.
 - a. Déduis-en à la date t , l'expression de l'énergie mécanique totale du système {ressort + solide S }, en fonction de k, m, x et v .
 - b. Donne l'expression de E_m en fonction de k et l'élongation maximale x_m
4. Retrouve l'équation différentielle établie en 1. à partir de l'expression de E_m .

Exercice 5

Contexte

Au cours d'une expérience de TP, Moussa et Youssef fixent un solide S de masse $m = 200\text{g}$ à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives de raideur $k = 40\text{N/m}$. Ils relient la seconde extrémité à un support fixe. Dans le but d'étudier le mouvement du solide S , ils l'écartent de sa position d'équilibre d'une longueur $x_0 = 5\text{cm}$ en tirant le ressort et en lâchant avec une vitesse initiale $V_0 = 0,70\text{m/s}$ vers sa position d'équilibre.

Support

- Le ressort de masse négligeable peut travailler en extension et compression.
- Le solide de masse m est guidé rectilignement sur un banc à coussin d'air horizontal.
- Les frottements sont négligeables.
- On associe au mouvement du solide un repère $(O, \vec{i})$ où O est la position d'équilibre du centre de gravité du solide et $\vec{i}$ un vecteur unitaire de même sens que $\vec{V}_0$.

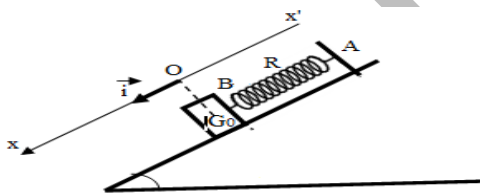
Tâche : Etudie le mouvement du solide S .

Consigne

- Détermine :
 - L'énergie mécanique E_0 du système ressort – solide au début du mouvement.
 - La vitesse du solide au passage par la position d'équilibre.
 - Le raccourcissement maximal du ressort.
- Etablis l'équation différentielle du mouvement du solide.
 - Déduis-en l'équation horaire du mouvement.
 - Calcule la période T_0 du mouvement.

Exercice 6

Un ressort R de masse négligeable et à spires non jointives est accroché par l'une de ses extrémités A au bâti d'une table. Celle-ci est inclinée par rapport au plan horizontal d'un angle $\alpha = 25^\circ$. A l'autre extrémité B du ressort est accroché un solide autoporteur S dont la masse vaut $M = 570g$. La longueur du ressort à l'équilibre devient $l = 29,6cm$ et $l_0 = 16cm$



- Calcule la raideur k du ressort.
- On tire le solide autoporteur d'une longueur $a = 7cm$ vers le bas et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$. On prendra 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 déterminé sur l'axe $(O, \vec{i})$.
 - Etablis l'équation différentielle qui régit le mouvement de S .
 - Calcule la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.
 - Donne l'équation horaire du mouvement de S .
- Calcule l'énergie mécanique de l'oscillateur. L'énergie potentielle de pesanteur sera

conventionnellement pris égale à 0, pour le solide S dans sa position d'équilibre.

Exercice 7

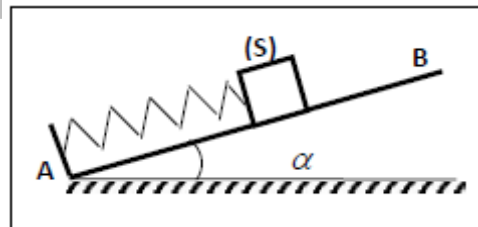
On considère un oscillateur horizontal de masse m et de raideur k . Les forces de frottements sont considérées négligeables. La masse m peut se déplacer suivant x . L'oscillateur possède une énergie mécanique égale à $E_m = 3,6 \cdot 10^{-3} J$

- Donne l'expression de l'énergie mécanique de cet oscillateur en fonction de x et $\ddot{x}$
 - Déduis-en l'équation différentielle du mouvement.
- L'amplitude du mouvement est $2,75cm$. Détermine la raideur k du ressort.
- La période des oscillations est de $0,6s$.
 - Calcule la vitesse de masse m au passage à la position d'abscisse $x = 0$.

L'énergie potentielle de l'oscillateur à l'instant t est $E_m = 2 \cdot 10^{-3} J$. Calcule la vitesse de la masse m à cet instant.

Exercice 8

Un solide de centre d'inertie G et de masse $m = 100g$ peut glisser le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$. Au bas de la pente (en A). On dispose un ressort à spires non jointives de raideur $k = 40 N/m$.



- Lorsque l'ensemble est à l'équilibre, faire le bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S) .
 - De quelle longueur a_0 se comprime alors le ressort ?
- On comprime le ressort de telle sorte que son raccourcissement total soit $a = 6,2 cm$. On admettra dans un premier temps que les frottements sont négligeables.
 - Fais le bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S) .
 - Quelle est l'énergie potentielle élastique emmagasinée dans le système ressort – solide (S) ?
 - Avec quelle vitesse V_0 le solide (S) est-il lancé si on admet que toute l'énergie potentielle élastique

est transformée en énergie cinétique du solide lorsqu'on abandonne le système ?

- Fais le bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S) lorsqu'il a quitté le ressort.
 - Jusqu'à quelle hauteur monte-t-il ?
- En réalité, les frottements ne sont pas négligeables. Ils sont équivalents à une force $\vec{F}$, parallèle à la ligne de plus grande pente du plan, de sens contraire au déplacement et d'intensité 0,2 N.
 - Fais le bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S) lorsqu'il a quitté le ressort.
 - Jusqu'à quelle hauteur monte en réalité le solide (S) ?

N.B: On fera pour chacun des bilans de forces demandés, un schéma clair représentant les forces en jeu.

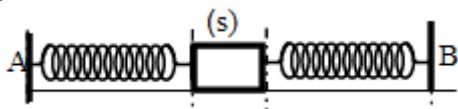
Exercice 9

L'équation horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique est: $x = 0,1\cos(2\pi t + \frac{\pi}{2})$

- De quel type d'oscillateur s'agit-il ?
- Détermine les caractéristiques de cet oscillateur.
- Combien d'oscillations effectue cet oscillateur en $t = 20$ secondes ?
- Détermine la vitesse de cet oscillateur à l'instant $t_1 = 2s$.
- Donner sans calcul la vitesse du pendule à l'instant $t_2 = 4s$.
- Détermine la longueur du pendule simple synchrone à cet oscillateur harmonique.
- Détermine la longueur L de l'arc de cercle balayé par la bille de ce pendule simple en une alternance lorsqu'on le lâche sans vitesse initiale après l'avoir écarté d'un angle $\theta_m = 30^\circ$ de sa position d'équilibre.

Exercice 10

Deux ressorts identiques de masses négligeables et de constantes de raideur $k = 7,6N.m^{-1}$ sont accrochés à un solide (s) de masse $m = 0,56kg$. Le solide repose sur une table horizontale et les deux ressorts sont fixés en A et B sur la table. La longueur à vide des ressorts est $l_0 = 15cm$. Lorsqu'ils accrochés à (S), leur longueur est $l = 27cm$. On tire suivant l'axe (AB) le solide d'une distance $d = 12cm$ et on le lâche sans vitesse initiale. Les frottements sont considérés négligeables.

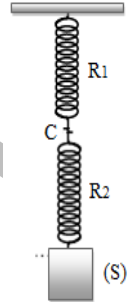


- Etablis l'équation différentielle du mouvement.

- Calcule la période des oscillations et la vitesse maximale acquise par le solide.
- Calcule l'énergie mécanique de vibration de l'oscillateur ainsi constitué.

Exercice 11

On dispose de deux ressorts à spires non jointives R_1 et R_2 de constante de raideurs respectives $k_1 = 40N.m^{-1}$ et k_2 inconnue. On accroche à R_1 un solide (S) de masse $M = 100g$. A l'équilibre, le centre d'inertie de (S) est en G_0 . On déplace parallèlement vers le bas le solide d'une distance $G_0G = X$ m puis on le relâche sans vitesse initiale.

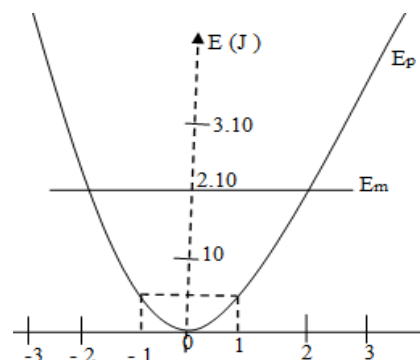


- En prenant comme origine des dates l'instant où le solide passe au point d'abscisse $x = 3cm$ avec une vitesse $V = -0,6m.s^{-1}$, détermine l'équation horaire du mouvement de (S).
- Calcule à l'instant $t = 3s$, la position et l'accélération du solide.
- On associe au ressort R_1 , le ressort R_2 ; à l'ensemble on suspend le solide (S) comme l'indique la figure ci-contre.
 - Le système étant en équilibre, trouve les expressions des allongements u_1 et u_2 de R_1 et R_2 en fonction de la masse M et des raideurs k_1 et k_2 .
 - Détermine la constante de raideur k du ressort équivalent qui, à l'équilibre, sous l'influence de (S) subirait un allongement $u = u_1 + u_2$.
 - On mesure la durée de 10 oscillations du solide, on trouve 4,082 s ; déduis-en la valeur de k_2 .

On donne $g = 10m.s^{-2}$.

Exercice 12

On considère un pendule élastique, de masse m et de raideur k , mobile sans frottement sur un axe horizontal (A, $\vec{i}$). La figure donne l'énergie mécanique E_m et l'énergie potentielle E_p du système en fonction de l'abscisse x .



- Montre que le système effectue des oscillations.
- Déduis-en l'amplitude du mouvement.
- Détermine la raideur du ressort.
- Donne la valeur de l'énergie cinétique pour

$x = 0$ et $x = -2\text{cm}$.

La période des oscillations est égale à $0,628\text{s}$.

Détermine la vitesse de l'extrémité du ressort lorsque l'élongation est égale à $+1\text{cm}$.

Exercice 13 (pendule de torsion)

Un pendule de torsion est constitué d'un fil de constante de torsion $C = 0,043\text{N.m/rad}$ auquel est suspendu une barre horizontale. La période des oscillations libres est $T_0 = 0,85\text{s}$.

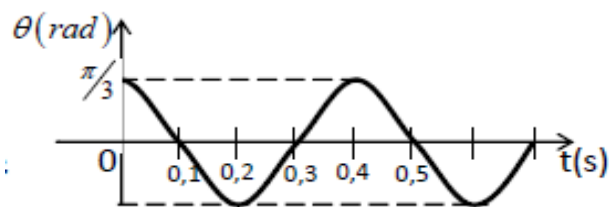
1. Quel est le moment d'inertie de la barre ?
2. La barre est écartée de sa position d'équilibre de $\frac{\pi}{3}$ rad et lancé de cette position vers la position d'équilibre avec une vitesse angulaire de 2rad/s à l'origine des dates $t = 0$. Quelle est l'énergie totale du pendule ?
3. Déduis-en l'amplitude du mouvement. Quelle est l'équation horaire du mouvement de la barre $\theta = f(t)$.
4. Calcule de deux façons différentes la vitesse au passage par la position d'équilibre.

Exercice 14

Pour étudier les oscillations d'un pendule de torsion, on dispose de la courbe ci-contre qui représente en fonction du temps t l'angle θ que fait la tige avec sa position d'équilibre.

1. A partir d'un schéma clair, Etablir l'équation différentielle qui régit un tel mouvement.
2. Détermine la période propre T_0 du pendule et la constante de torsion C du fil.
3. Ecris l'équation horaire du mouvement
4. Calcule la vitesse angulaire du pendule à son passage par la position d'équilibre.

N.B : Le moment d'inertie du pendule de torsion par rapport à l'axe vertical passant par son centre d'inertie vaut $J = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{kg.m}^2$.



Exercice 15 (pendule pesant)

Un pendule pesant est formé par une barre homogène AB de section constante négligeable, oscillant autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la barre. Cet axe passe par un point O situé à 15cm du centre d'inertie G. Le moment d'inertie du pendule ainsi constitué est donné par la relation : $J_0 = \frac{Ml^2}{12} + Md^2$ où

$d = OG$, et l est la longueur de la barre AB et M sa masse.

Dans le problème A sera l'extrémité supérieure du pendule.

1. Sachant que $l = 1\text{m}$ et $M = 1\text{kg}$, calcule le moment d'inertie J_0 du pendule par rapport à son axe de rotation.
2. On écarte ce pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ et on l'abandonne sans vitesse initiale.
 - a. Exprime le moment résultant par rapport à l'axe O des forces de rappel vers la position d'équilibre et déduis-en l'équation différentielle du mouvement. Les oscillations sont-elles harmonique ? Pourquoi ?
 - b. Etudie le cas particulier où l'angle θ est faible.
 - c. Etablis l'expression de la période des petites oscillations de ce pendule et montre qu'elle est indépendante de M et calcule-la numériquement. $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$.
3.
 - a. Quelle est la longueur du pendule simple qui oscille avec la même période que ce pendule pesant ?
 - b. On réalise ce pendule en fixant à l'extrémité d'un fil une petite sphère homogène. On écarte ce pendule de 60° par rapport à sa position d'équilibre. On l'abandonne sans vitesse initiale. Calcule la vitesse du centre d'inertie de la sphère au passage du pendule par sa position d'équilibre.

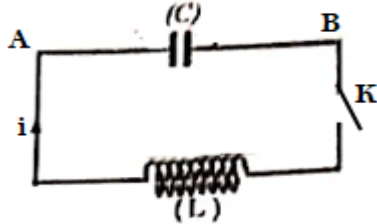
Exercice 16 (pendule simple)

1. Un pendule simple est composé d'un fil de longueur $l = 1\text{m}$, de masse négligeable à l'extrémité duquel est fixé un petit objet de masse $m = 50\text{g}$. On écarte le pendule d'un angle $\alpha = 45^\circ$ à partir de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale.
 - a. Donne en fonction de l , m , α_0 et g , l'expression de l'énergie potentielle du système (Terre et pendule) au moment de le lâcher (avec α_0 l'amplitude maximale). Le plan horizontal qui contient l'objet en position d'équilibre constitue la référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
 - b. Calcule la valeur de cette énergie.
2.
 - a. Calcule la valeur de la vitesse, lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre.
 - b. Quelles sont les valeurs des énergies potentielle et cinétique lorsque $\alpha = 30^\circ$.
 - c. Pour quelles de α , les énergies potentielle et cinétique sont-elles égales ?

LES OSCILLATEURS ELECTRIQUES LIBRES

Exercice 1

Un condensateur de capacité $C = 2\mu F$ est chargé sous une tension $U = 20V$. Dès que la charge est terminée, on relie les armatures de ce condensateur à une bobine d'inductance $L = 0,5H$ et de résistance négligeable. A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K.



1. En comptant positivement l'intensité $i(t)$ quand le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma, établis l'équation différentielle du circuit (on précise qu'à $t = 0$, l'armature A est chargée positivement).
2. Calcule la pulsation propre ω_0 du circuit, la période propre ainsi que la fréquence propre des oscillations.
3. Détermine les expressions de la charge du condensateur et l'intensité du courant en fonction du temps $q(t)$ et $i(t)$.
4. Détermine les expressions des fonctions $W_C(t)$ et $W_b(t)$ des énergies stockées dans le condensateur et dans la bobine. Montre que ce système satisfait au principe de la conservation de l'énergie.

Exercice 2

Un circuit comprenant une bobine d'auto-induction $L = 1,1H$ et condensateur de capacité $C = 10^{-6}F$. Le condensateur est chargé sous une tension de $15V$.

1.
 - a. Donne la pulsation propre des oscillations libres de ce circuit. Déduis-en la fréquence propre de l'oscillateur électrique ainsi constitué.
 - b. Quelle est l'énergie de l'oscillateur.
2. En supposant que la décharge commence à l'origine des dates, quelle est, à chaque instant la charge du condensateur ?
3.
 - a. Quelle est, à chaque instant l'intensité du courant dans le circuit ?
 - b. Quelle est l'intensité du courant dans le circuit quand la charge vaut $1,0 \cdot 10^{-5}C$?
4. Trace les graphes des fonctions $q(t)$ et $i(t)$

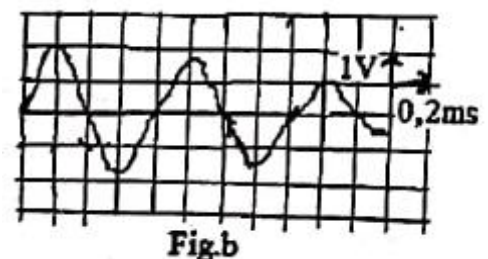
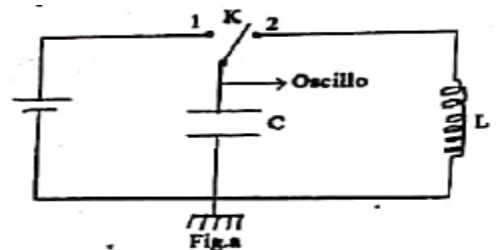
Exercice 3

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. Schématise le circuit. Oriente-le et désigne l'armature dont la charge est notée q et flèche les tensions aux des dipôles.
2.
 - a. Exprime en fonction de la charge q , les tensions aux bornes du condensateur. Et de bobine.
 - b. Etablis l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q au cours du temps.
3.
 - a. Donne l'expression générale de la solution de l'équation différentielle. Explique les différents termes de cette équation et précise les unités S.I.
 - b. Exprime la période propre du circuit oscillant.
 - c. Compte tenu des conditions initiales, établis la solution donnant l'évolution au cours du temps de la charge q .
 - d. Exprime l'équation particulière donnant l'expression en fonction de du temps :
 - De la tension aux bornes du condensateur,
 - De l'intensité du courant.

Exercice 4

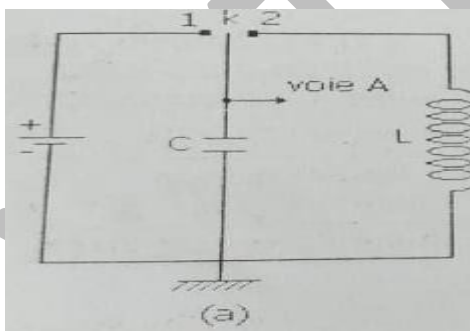
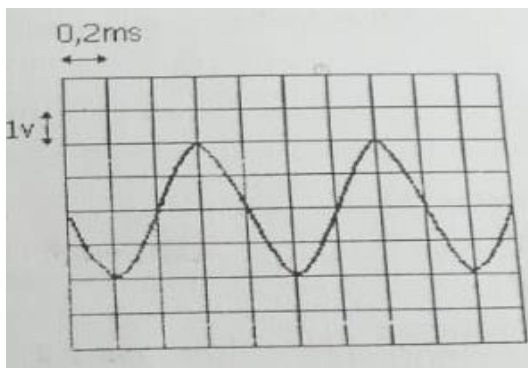
1. Un solénoïde comportant $N = 2000$ spires, de longueur $l = 25cm$ et de diamètre $D = 5cm$ est placé dans l'air. Etablis l'expression littérale du coefficient d'auto induction L de ce solénoïde et calcule sa valeur numérique. (On supposera le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde et la permittivité de l'air $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} SI$; $\pi^2 = 10$).



2. On réalise avec ce solénoïde le montage de la figure a ; le condensateur a une capacité $C = 0,1\mu F$.
 - a. On met l'interrupteur K en position 1. Que se passe-t-il pour le condensateur ?
 - b. On place ensuite l'interrupteur en position 2 ; on observe sur l'écran de l'oscilloscope la courbe de la figure b.
 - Quel phénomène représente représente-t-elle ?
 - Quelle est la valeur de la pseudo-période ?
 - Calcule L. Sa valeur est-elle compatible avec celle de 1 ?
 - c. Etablis alors théoriquement l'expression de la charge $q(t)$ du condensateur en fonction du temps.

Exercice 5

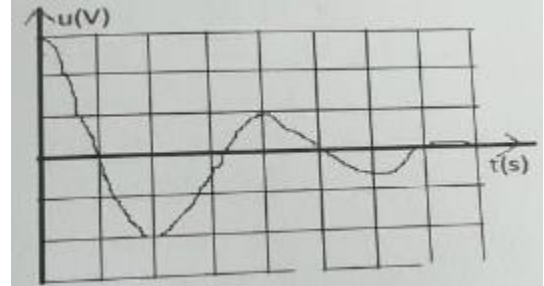
On réalise le montage de la figure (a). La voie A d'un oscilloscope est branché aux bornes d'un condensateur de capacité $C = 0,1\mu F$. Le calibre est de $1V/cm$. La base de temps de l'oscilloscope est en position $0,2ms/cm$. L'inductance L de la bobine est inconnue.



1. On place l'interrupteur K en position 1. Que se passe-t-il pour le condensateur ?
2. A l'instant $t = 0$, on bascule l'interrupteur en position 2. On observe alors sur l'écran la courbe de la figure (b). Quel phénomène représente-t-elle ? Détermine sa période et déduis-en l'inductance de la bobine.
3. Détermine à partir de l'oscillogramme l'expression de la tension instantanée $u(t)$ aux bornes du condensateur.

Exercice 6

Un circuit série comprend une bobine d'inductance L et de résistance R et un condensateur de capacité C. La figure ci-dessus représente la variation de la tension u en fonction du temps aux bornes du condensateur au cours de sa décharge dans le circuit.



Balayage: $50\mu s/div$; Sensibilité verticale : $2V/div$

1. Détermine la période et la fréquence des oscillations électriques pseudopériodique.
2. Quelle est la cause de l'amortissement des oscillations ?
3. On admet que l'amortissement est sans influence sensible sur la fréquence des oscillations. Détermine la valeur de la capacité C sachant que $L = 0,1H$.
4. Calcule l'énergie initiale du condensateur ainsi que l'énergie dissipée par effet joule lors de la première oscillation.

LES OSCILLATEURS ELECTRIQUES FORCES : LE CIRCUIT RLC

Exercice 1

Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace est $U = 24V$. La fréquence de cette tension est $N = 50Hz$. On branche entre les bornes du générateur une bobine de résistance $R = 400\Omega$ et d'inductance $L = 0,57mH$.

- Trace la construction de Fresnel relative à ce dipôle.
- Calcule l'intensité efficace du courant.

Exercice 2

Une bobine a une résistance R et une inductance L .

- La bobine alimentée sous une tension continue $U = 9V$, est parcourue par un courant d'intensité $I_0 = 0,03A$. Calcule R .
- La bobine, alimentée sous une tension sinusoïdale $u = 120\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ est parcourue par un courant $i = 0,2\sqrt{2}\sin(100\pi t + \varphi)$. Calcule numériquement L et φ .

Exercice 3

A l'aide d'un wattmètre, on a mesuré la puissance moyenne dans un appareil électrique, soit $2,1kW$. La tension efficace est de $220V$ pour une intensité efficace de $10,1A$. La fréquence étant de $50Hz$.

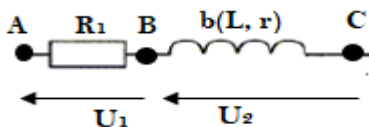
- Calcule le facteur de puissance de l'appareil.
- Calcule l'impédance de l'appareil.
- Du point de vue électrique, ce récepteur est équivalent à une résistance R et une inductance L .
 - Exprime la puissance moyenne consommée en fonction de R et de l'intensité efficace I .
 - Calcule R et L .

Exercice 4

On considère le dipôle AC associant en série le résistor de résistance $R_1 = 20\Omega$, ainsi qu'une bobine b de résistance r et d'inductance L inconnues. Ce dipôle est alimenté par la tension sinusoïdale

$$u = U\sqrt{2}\sin(100\pi t).$$

On relève les tensions efficaces : $U_{AB} = U_1 = 50V$; $U_{BC} = U_2 = 50V$ et $U_{AC} = U_1 = 90V$

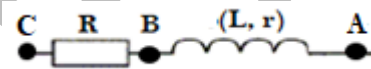


- Calcule :
 - l'intensité efficace du courant.
 - L'impédance totale Z_T et l'impédance Z_b de la bobine.

- Construit le diagramme de Fresnel correspondant en précisant l'origine des phases.
Échelle : 1cm pour 10V
- Détermine à partir du diagramme les éléments caractéristiques r , L de la bobine.
- Détermine les facteurs de puissance de la bobine et du dipôle AC

Exercice 5

- On souhaite déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine AB. Pour cela, on effectue deux séries de mesure :
 - En courant continu, pour une tension $U_{AB} = 2V$, on obtient un courant d'intensité $I_{AB} = 730mA$;
 - En courant alternatif sinusoïdal de fréquence $N = 50Hz$ pour une tension de valeur efficace $U_{AB} = 2V$, obtient un courant d'intensité $I_{AB} = 185mA$. Calcule r et L .



- Pour confirmer ces résultats, on réalise un montage (voir figure ci-dessus) en associant en série la bobine précédente et un résistor de résistance $R = 20\Omega$.
Trois voltmètres permettent de mesurer les valeurs efficaces :
 - U_{AC} aux bornes de l'ensemble : $U_{AC} = 2V$;
 - U_{AB} aux bornes de la bobine $U_{AB} = 0,86V$;
 - U_{BC} aux bornes du résistor : $U_{BC} = 1,6V$.
 Un courant alternatif sinusoïdal de fréquence $N = 50Hz$ parcourt le circuit.
 - Calcule r et L
 - Compare-les avec les valeurs trouvées à la question précédente.

Exercice 6

Soit un dipôle électrique AB dont la nature exacte est inconnue. On sait qu'il peut être formé des éléments suivants.

- 1^{er} cas :** Une bobine de résistance R et d'inductance L .
 - 2^{ème} cas :** Un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série.
 - 3^{ème} cas :** Un conducteur ohmique de résistance R .
- On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante le traverse. Montre que le 2^{ème} cas ne peut convenir.
 - On alimente maintenant le dipôle AB par une tension sinusoïdale de fréquence $N = 50Hz$ 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 $U = 100V$.
- 2.1. Grâce à ces indications, détermine la nature exacte de ce dipôle AB.
 - 2.2. Détermine les éléments composant AB et leur valeur numérique.
 3. Le dipôle AB est maintenant placé en série avec un condensateur de capacité variable. L'ensemble est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'au 2. Détermine littéralement, puis numériquement la valeur C' de la capacité pour que la tension et le courant aux bornes de AB soient en phase.

Exercice 7

Pour mesurer la résistance interne R et l'inductance L d'une bobine réelle on procède de deux manières différentes.

I.

1^{er} cas : la bobine alimentée en régime continu, est parcouru un courant d'intensité $I_1 = 0,2A$ lorsque la tension à ses bornes vaut $U_1 = 10V$.

2^{ème} cas : la bobine est alimentée par un GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence $f = 200Hz$, de valeur efficace $U = 5V$; l'intensité efficace est alors $I = 10mA$.

1. Détermine la valeur de R .
2. Détermine l'impédance Z_L de la bobine réelle.
3. Déduis-en la valeur de l'inductance L .

II. On réalise un dipôle AB constitué par l'association série de la bobine réelle et d'un condensateur de capacité $C = 1\mu F$.

La bobine sera assimilée à un résistor R en série avec une bobine parfaite d'inductance L . Le voltmètre indique la tension efficace $U = 5V$ et l'ampèremètre de résistance interne nulle, indique l'intensité efficace correspondante.

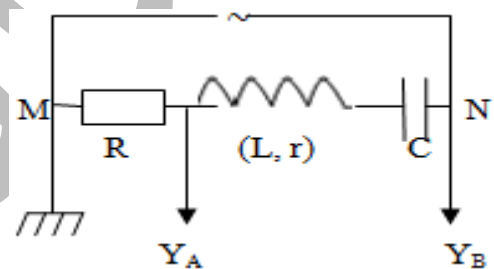
1. Donne l'expression littérale de l'impédance totale du circuit AB.
2. L'intensité efficace passe par une valeur maximale $I_0 = 0,1A$ pour $f = f_0 = 252Hz$.
 - a. Comment appelle-t-on ce phénomène?
 - b. Que vaut l'impédance totale du circuit à f_0 ?
 - c. Détermine R et L .
 - d. Quelle est dans ces conditions la valeur de la tension efficace U_C aux bornes du condensateur.

- e. Compare les valeurs efficaces de la tension d'alimentation U et de la tension U_C puis commente.
3. La fréquence est maintenant $f_1 = 200Hz$.
 - a. Détermine la valeur de l'impédance totale du circuit.
 - b. Déduis-en la valeur de l'intensité efficace I .
 - c. Détermine le déphasage φ de la tension instantanée $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$.
 - d. Conclut quant au caractère inductif ou capacitif du dipôle AB à la fréquence f_1 .
 - e. Donne les expressions de $u(t)$ et de $i(t)$.

On prendra $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$

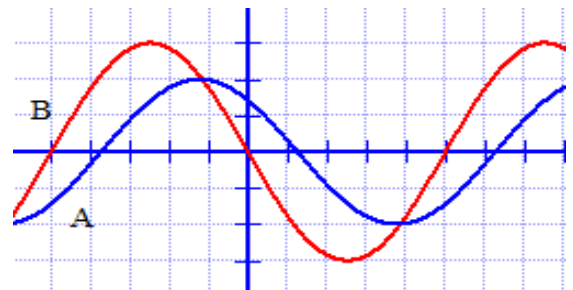
Exercice 8

Un dipôle MN est constitué par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance $R = 40\Omega$, d'une bobine de résistance r et d'inductance L et d'un condensateur de capacité $C = 5\mu F$. Le dipôle est alimenté par un générateur de basse fréquence qui impose une tension $u = U_m \cos \omega t$ (voir figure)



Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions $u_1(t)$ aux bornes de R (sur la voie A) et $u_2(t)$ aux bornes de MN (sur la voie B). Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

- Balayage : 1ms par division
- Voie A et B : 1V par division



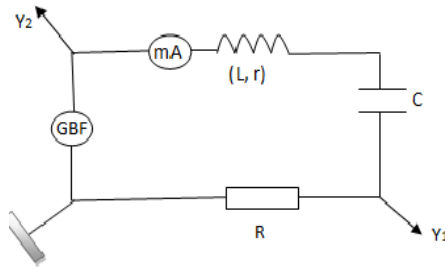
1. A partir de l'oscillogramme détermine la période et la pulsation de la tension et du courant.
2. Détermine les valeurs de maximales U_m et I_m de la tension instantanée $u(t)$ aux bornes du circuit et de l'intensité instantanée. Calcule l'impédance du dipôle MN.

3. Toujours à l'aide de l'oscillogramme détermine de déphasage entre la tension u et l'intensité et donne l'expression de cette intensité instantanée.
4. Calcule la puissance moyenne consommée dans le dipôle MN.
5. Détermine la résistance et l'inductance de la bobine.

Exercice 9

Une bobine d'inductance L et de résistance r est montée en série avec un condensateur de capacité C et un résistor de résistance $R = 100\Omega$. Cet ensemble constitue un circuit RLC série alimenté par un générateur de basses fréquences délivrant une tension sinusoïdale de fréquence N réglage et de valeur efficace $U = 1V$ (voir figure ci-dessous).

1. Donne l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction R , r , w , L et C .
2. Donne l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de U et de I .



3. On fait varier la fréquence de la tension entre 300Hz et 1000Hz. On relève alors le tableau de résultats suivant où I est la valeur efficace de l'intensité du courant.

700	735	780	796	850	900	1000
8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

$N(\text{Hz})$	300	500	600	650	677
$I(\text{mA})$	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61

- 3.1. Trace sur papier millimétré la courbe $I = f(N)$.

Echelle : abscisse : 1cm $\rightarrow$ 100Hz et

Ordonnée : 1cm $\rightarrow$ 1mA

On commencera à graduer l'axe des abscisses à partir de 300Hz.

- 3.2. Détermine graphiquement la fréquence N_0 et I_0 à la résonance d'intensité.
- 3.3. Détermine l'impédance Z du circuit pour $N = N_0$.
- 3.4. Déduis-en la valeur de la résistance r de la bobine.
- 4.1. Détermine graphiquement la largeur de la bande passante.

- 4.2. Déduis-en le facteur de qualité du circuit.

- 4.3. Déduis également des résultats des questions précédents les valeurs de L et C .

Exercice 10

On se propose de déterminer les caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur. Pour cela, on réalise deux dipôles et on alimente successivement par la tension alternative sinusoïdale $u_{AD} = U_m \cos \omega t$

- Le dipôle (1) comprend en série deux résistances $r_1 = 10\Omega$, $r_2 = 32\Omega$ et une bobine d'inductance L et de résistance r (figure 1).
- Le dipôle (2) comprend en série deux résistances ($r_1 = 10\Omega$, $r_2 = 32\Omega$), la bobine précédente et un condensateur de capacité C . (figure 2).

On visualise sur le même oscilloscope bicourbe les tensions u_{AD} (voie Y_1) et u_{BD} (voie Y_2).

Base de temps : $2,5 \cdot 10^{-3} \text{s/division}$

Voie Y_1 : 5V/division et Voie Y_2 : 5V/division

On observe successivement les oscillogrammes représentés sur les figures 1 et 2

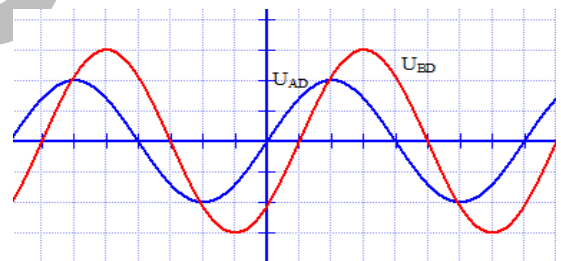
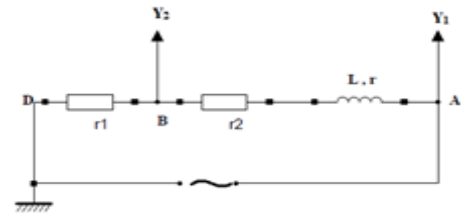


Figure 1

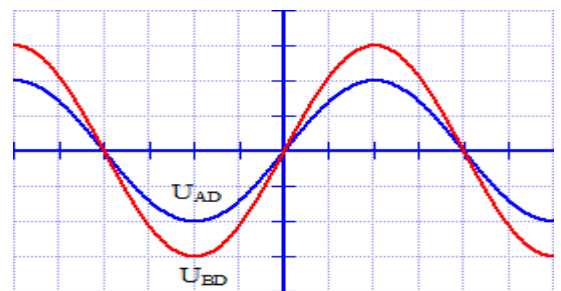
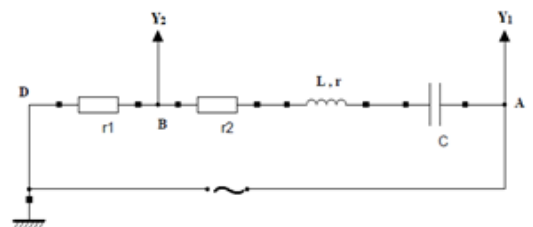


Figure 2

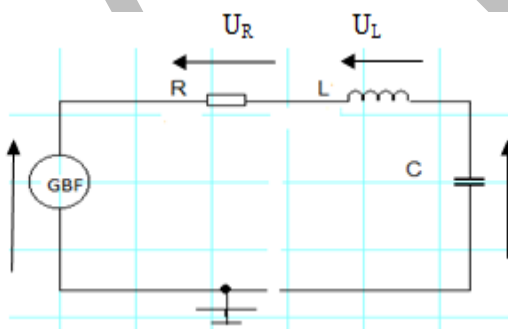
1. A partir de l'oscillogramme de la figure.
- 1.1. Détermine
 - a. La période T .
 - b. La pulsation ω ,
 - c. Les valeurs maximales de u_{AD} et u_{BD}
 - d. La valeur maximale de i_{AD}
 - e. La phase φ de u_{AD} et i_{AD}
 - f. L'impédance totale Z_t du circuit.
- 1.2. Ecris en fonction du temps les expressions de i_{AD} et u_{AD}
- 1.3. Donne les expressions littérales de $\tan\varphi$ et de $\cos\varphi$.
- 1.4. Calcule r et L .
2. On considère l'oscillogramme de la figure 2.
- 2.1.
 - a. Trouve la nouvelle valeur de la phase φ' de la tension par rapport à l'intensité du courant.
 - b. A quel phénomène (cas particulier) correspond-t-il ?
- 2.2. Déduis-en la valeur de C en supposant que $L = 15.10^{-2}H$

Exercice 11

$$R = 330\Omega ; L = 100mH ; C = 47\mu F ; f = 100Hz$$

$$u(t) = 10\sqrt{2}\cos(\omega t)$$

1. Trace le diagramme de Fresnel des impédances (1cm pour 30Ω) et déduis-en :
 - L'impédance Z et le déphasage φ du circuit ;
 - La valeur efficace du courant I ;
 - La valeur efficace des tensions u_L, u_R et u_C .
2. Calcule la fréquence de résonance f_0 , c'est-à-dire la fréquence pour laquelle les effets de l'inductance et de la capacité s'annulent. Le déphasage est alors nul.

**Exercice 12**

On considère un dipôle (D) de nature inconnue monté en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$ et un générateur basse fréquence de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables. On utilise un oscilloscope dont les réglages sont les suivants : balayage horizontal

(5.10^{-2} ms/div), déviation verticale (pour la voie 1 : 0,5V/div ; pour la voie 2 : 1V/div)
On reproduit une photographie de l'écran lorsque l'oscillographe est branché selon le schéma ci-dessous. (Voir figure 1 et 2)

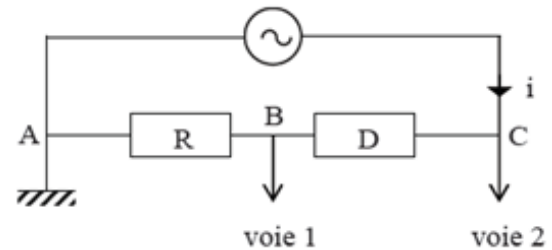
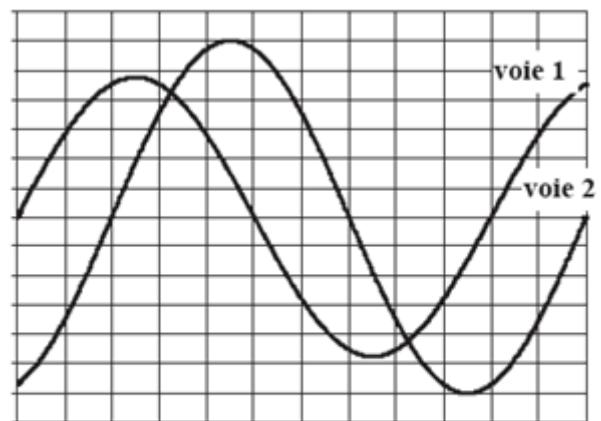


figure 1



Balayage : 5×10^{-2} ms/div
voie 1 : 0,5 V/div voie 2 : 1 V/div

1. Déduis-en :
 - 1.1. La fréquence de la tension sinusoïdale ;
 - 1.2. Les valeurs efficaces de l'intensité instantanée $i(t)$ qui traverse le circuit et de la tension instantanée $U_{CA}(t)$ aux bornes du générateur ;
 - 1.3. Le déphasage φ de la tension $U_{CA}(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. Précise s'il y a avance ou retard de $U_{CA}(t)$ par rapport à $i(t)$.
 - 1.4. On envisage pour (D) certaines hypothèses :
 - (D) est un conducteur ohmique,
 - (D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L ,
 - (D) est un condensateur,
 - (D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L en série avec un condensateur de capacité C .
- Sans calcul et en justifiant les réponses, élimine les hypothèses non vraisemblables.
2. La tension aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur $U_0 = 12V$, on fait

varier la fréquence et on relève à chaque fois la valeur de l'intensité efficace.

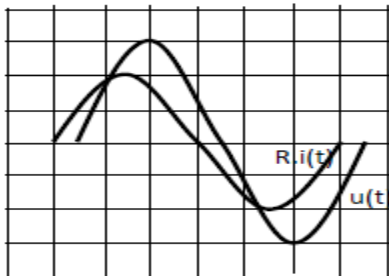
Pour une fréquence $N_0 = 2150$ Hz, on constate que l'intensité efficace passe par un maximum de valeur $I_0 = 107$ mA.

- 2.1. Quelle est la nature du dipôle (D) ? Justifie la réponse.
- 2.2. Déduis-en toutes les valeurs numériques qui le caractérisent.

Exercice 13

Une bobine de résistance négligeable et d'inductance $L = 0,6$ H, un condensateur de capacité C variable, un conducteur ohmique de résistance $R = 90 \Omega$, tous montés en série sont alimentés par une tension alternative $u(t)$ de fréquence $f = 50$ Hz.

1. On règle le condensateur C sur une valeur C_0 qui permet d'obtenir la valeur maximale de l'intensité efficace.
 - a. Quel phénomène a-t-on ainsi mis en évidence ?
 - b. Etablir la relation qui existe entre f , C_0 et L .
 - c. Déduis-en la valeur de C_0
2. On modifie la valeur de C , puis on observe à l'aide d'un oscilloscope bicourbe (de voies Y_1 et Y_2) l'intensité $i(t)$ et la tension $u(t)$.
 - 2.1. Fais le schéma du montage utilisé pour cette expérience
 - 2.2. On choisit C de façon à obtenir les oscillogrammes ci-contre :



Sur les deux voies : balayage horizontal b ; sensibilité verticale : $2V/div$.

- 2.2.1. Détermine la valeur de l'intensité efficace I du courant ;
- 2.2.2. La tension efficace U délivrée par le générateur ;
- 2.2.3. L'impédance Z du dipôle (R, L, C) ;
- 2.3. L'intensité est-elle en avance ou en retard de phase par rapport à la tension ?
- 2.4. Détermine le balayage horizontal b de l'oscilloscope
- 2.5. Calcule le décalage horaire θ et le déphasage φ entre la tension et l'intensité.

Exercice 14

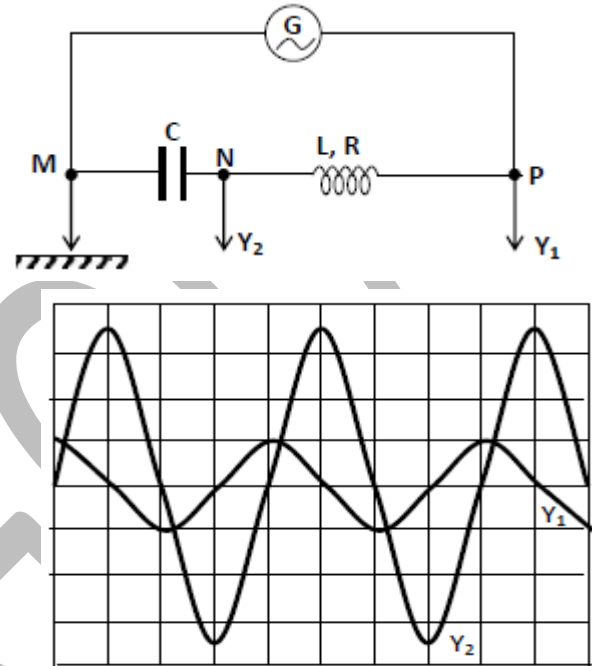
On veut déterminer les caractéristiques d'une bobine (L, R) à l'aide d'un oscilloscope bicourbe.

On réalise le montage représenté par le schéma ci-contre. G est un générateur basse fréquence délivrant une tension de fréquence variable $u(t) = U_m \cos \omega t$. C est un condensateur de capacité $C = 0,5 \mu F$. Pour une certaine valeur f_1 de la fréquence, on obtient l'oscillogramme ci-dessous.

Le balayage horizontal est réglé sur $2,5$ ms/div.

Voie Y_1 : gain ou calibre $3V/division$;

Voie Y_2 : gain ou calibre $7,5V/division$;



1. Que représentent les courbes $Y_1(t)$ et $Y_2(t)$ de cet oscillogramme?
 2.
 - 2.1. Déterminer la période T_1 et le décalage horaire θ entre Y_1 et Y_2 .
 - 2.2. Calcule le déphasage de $U_C(t)$ (tension aux bornes du condensateur) par rapport à $u(t)$ et précise laquelle est en avance.
 - 2.3. En utilisant le diagramme de Fresnel, détermine le déphasage de $u(t)$ par rapport à $i(t)$
 - 2.4. Quelle relation peut-on écrire entre L, C et f_1
 3. Déterminer le facteur de surtension Q du circuit.
 4. A partir des résultats précédents, calculer les caractéristiques L et R de la bobine.
- On donne : Facteur de qualité $Q = 8,75$

LES INTERFERENCES LUMINEUSES

Exercice 1

Le plan d'observation des franges d'interférences des fentes de Young, éclairées en lumière rouge de fréquence $f = 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, est situé à 2m de celle-ci.

On mesure 4 interfranges $\ell = 4,6 \text{ mm}$.

Calcule l'écartement des fentes sources.

Exercice 2

La position d'un point A du champ d'interférence obtenu avec un dispositif quelconque, est définie par la différence de marche des rayons lumineux :

$\delta_A = p\lambda = 1,6 \mu\text{m}$, p est l'ordre d'interférence en A et λ la longueur d'onde de la radiation utilisée.

1. Si $\lambda_1 = 0,4 \mu\text{m}$, quel est l'ordre d'interférence ?
Comment est placé le point A ?
2. Si $\lambda_2 = 0,64 \mu\text{m}$, quel est l'ordre d'interférence ?
Comment est placé le point A ?
3. Une source émet les deux radiations de longueurs d'onde Si λ_1 et Si λ_2 . Qu'observe-t-on en A ?

Exercice 3

Deux fentes F_1 et F_2 distantes de $a = 2 \text{ mm}$ émettent de la lumière provenant d'une même source F. Elles produisent un système d'interférence lumineuse sur un écran placé à la distance $D = 2 \text{ m}$ des fentes. La lumière provenant de la source F contient deux radiations monochromatiques de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,60 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,48 \mu\text{m}$.

1. Détermine la position de la première coïncidence des deux systèmes d'interférences.
2. Qu'observeraient-on si la source F émettaient de la lumière blanche ? Quelle sont les radiations éteintes au point d'abscisse $x = 6 \text{ mm}$.

Exercice 4

Soit un système de fentes de Young dans lequel $a = 1 \text{ mm}$ et $D = 1 \text{ m}$.

On constate que la 10^{ème} frange brillante (comptée à partir de la frange brillante centrale) se trouve à 7,0mm du milieu de cette frange centrale. Déduis-en :

- a. La longueur d'onde de la lumière incidente ;
- b. La valeur de l'interfrange ;
- c. La distance séparant les milieux des 6^{ème} et 8^{ème} franges sombres situées de part et d'autres de la frange centrale.

Exercice 1

Une source S éclaire deux fentes fines S_1 et S_2 parallèles et distantes l'une de l'autre de 2mm. La source S se trouve sur la perpendiculaire au plan des

fentes, à égale distance de chacune d'elles. Un écran E est placé à la distance $D = 3 \text{ m}$ du plan des fentes.

1. La source S émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .
 - a. Décris le phénomène observé.
 - b. Etablis l'expression de la différence de marche d'un point M situé à la distance $OM = x$ de la frange centrale.
2. Des franges d'interférences apparaissent sur l'écran et l'on compte 5 franges brillantes de part et d'autre de la frange centrale O, occupant dans leur ensemble une longueur de 9mm. Déduis-en la longueur d'onde λ .
3. On éclaire maintenant les fentes avec une source de lumière blanche.
 - a. Qu'observe-t-on sur l'écran ?
 - b. On place la fente d'un spectroscopie à 5mm de la frange centrale. Donne le nombre et les longueurs d'onde des cannelures noires.

Exercice 2

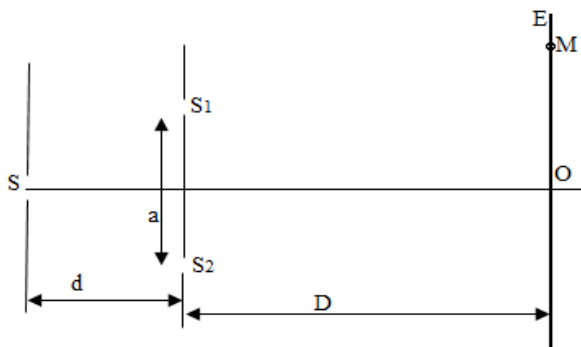
On réalise l'expérience des fentes de Young à l'aide d'une fente à l'aide d'une fente très fine S éclairé, équidistantes de deux autres fentes très fines S_1 et S_2 parallèles à S percés dans une plaque P. Un écran E est placé à la distance D de la plaque P.

1. La fente S est d'abord éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,55 \mu\text{m}$.
 - a. Fais le schéma du dispositif.
 - b. Qu'observe-t-on sur l'écran E ?
 - c. Donne l'expression des vibrations y_1 et y_2 émises par S_1 et S_2 . Montre que les ondes émises par ces sources sont cohérentes.
2. L'état vibratoire d'un point de l'écran à la distance x de la frange centrale résulte de la superposition des ondes provenant des sources secondaires.
 - a. Etablis l'expression de l'amplitude de la vibration résultante. Calcule cette amplitude pour $D = 2 \text{ m}$, $a = 1,1 \text{ mm}$ et $x = 8,5 \text{ mm}$. Conclue.
 - b. Calcule la fréquence N_1 de l'onde lumineuse.
3. Définis et établis l'expression de l'interfrange i . Calcule la distance séparant deux franges sombres consécutives.
4. On éclaire maintenant la fente source S simultanément avec la radiation lumineuse précédente et une autre radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 0,66 \mu\text{m}$.
 - a. Décris brièvement ce qu'on observe sur l'écran E.
 - b. A quelle distance de la frange centrale se produit sur l'écran la première coïncidence entre les milieux des franges brillantes.

Exercice 3

On réalise l'expérience de Young avec deux fentes très fines A et B parallèles à 1mm l'une de l'autre. La source éclairante S a la forme d'un filament très fin parallèle aux deux fentes, à 1m de chacune d'elles. Les franges sont observées sur un écran E parallèle aux fentes A et B, à 2cm de celle-ci.

1. Quelle est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature si la longueur d'onde de la lumière émise par la source S est de $0,5\mu\text{m}$?
2. La source est déplacée de 1cm parallèlement à elle-même et dans un plan parallèle à celui des



fentes A et B. Comment le système de franges est-il modifié ?

3. S dans sa position primitive, pourrait-on avoir le même phénomène en plaçant devant l'une des fentes une mince lame de verre à faces parallèles d'indice 1,5 ? Calcule l'épaisseur de la lame.
4. S, étant dans sa position primitive, (la lame de verre étant supprimée) on utilise maintenant de la lumière blanche.

On place à 8mm du centre du phénomène observé et parallèlement aux franges, la fente très fine d'un spectroscope. On aperçoit à travers celui-ci un spectre sillonné de raies noires. Explique ce phénomène. Indique le nombre de raies noires et les longueurs d'onde des radiations éteintes.

5. Les longueurs d'onde des radiations constituant la lumière blanche varient de $0,4\mu$ à $0,8\mu$

Exercice 4

On réalise l'expérience de Young, à l'aide d'une fente très fine S, éclairée, équidistante des deux autres fentes très fines S_1 et S_2 , parallèles à S, percés dans un écran E' situé à une distance $d = 20\text{cm}$ de S. La distance des deux fentes S_1 et S_2 est $a = 1\text{mm}$. Un écran E parallèle à E' est placé à la distance $IO = D = 1\text{m}$ de E'. Dans tout le problème les applications numériques sont obligatoirement précédées des calculs littéraux. La fente S est d'abord

éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

1.
 - a. Qu'observe-t-on sur l'écran ?
 - b. Etablis l'expression et calcule la valeur de la différence de marche δ des vibrations lumineuses interférents au point M de E, tel que $OM = 6,3\text{mm}$.
 - c. Le point M est le milieu de la 10^{ème} frange brillante (la frange centrale est numérotée 0). Déduis-en la longueur d'onde λ de la lumière utilisée.
2. On éclaire la fente S simultanément avec la radiation de longueur d'onde précédemment utilisée et avec une autre radiation monochromatique de longueur d'onde λ' . On observe que la 9^{ème} frange brillante due à la radiation λ' , à droite de la frange centrale, coïncide avec la 8^{ème} frange brillante due à la radiation λ , à droite de la frange centrale.
 - a. Calcule la longueur d'onde λ' .
 - b. Quelle est la distance séparant deux coïncidences successives.

Exercice 5

On réalise l'expérience des fentes de Young en utilisant un écran percé de deux trous S_1 et S_2 distants de a ; une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,50\mu\text{m}$. La source est équidistante de S_1 et S_2 . L'écran d'observation E est disposé perpendiculairement à la droite SO' ; O' étant le milieu de S_1S_2 . Sa distance au plan de deux trous est $D = 1\text{m}$.

1.
 - a. Fais un schéma du dispositif et indique la zone où on observe le phénomène d'interférences.
 - b. On mesure la largeur de 20 interfranges et on trouve $L = 25\text{mm}$. Trouve l'écartement $a = S_1S_2$ des deux trous.
2. On remplace la source S par une source S' qui émet simultanément deux lumières monochromatiques de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 (inconnue).
 - a. Calcule la valeur de λ_2 sachant que la 3^{ème} frange brillante de la radiation $\lambda_1 = 0,50\mu\text{m}$ coïncide avec la 3^{ème} frange sombre de la radiation de longueur d'onde λ_2 . La frange centrale étant numérotée zéro.
 - b. À quelle distance de la frange centrale a lieu la 1^{ère} coïncidence entre les franges brillantes des deux radiations ?

3. La source S est maintenant remplacée par une source S' de lumière blanche.
- a. Décris le phénomène observé sur l'écran
- On place dans le plan E, au niveau de la frange centrale la fente d'un spectromètre. Quel est l'aspect du spectre observé ?

Exercice 6

On réalise l'expérience de Young avec deux fentes très fines A et B parallèles à 1mm l'une de l'autre. La source éclairante S a la forme d'un filament très fin parallèle aux deux fentes, à un 1m de chacune d'elles. Les franges sont observées sur un écran E parallèle aux fentes A et B, à 2m de celles-ci.

- Quelle est la distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature si la longueur d'onde de la lumière émise par la source S est $0,5\mu$?
- La source est déplacée de 1cm parallèlement à elle-même et dans un plan parallèle à celui des fentes A et B. Comment le système de franges est-il modifié ? Calcule le déplacement z de la frange centrale.
- S dans sa position primitive, pourrait-on avoir le même phénomène en plaçant devant l'une des fentes une mince lame de verre à faces parallèles d'indice 1,5. Calcule l'épaisseur de la lame.
- S étant dans sa position primitive, (la lame de verre étant supprimée) donne maintenant de la lumière blanche. On place à 8mm du centre du phénomène observé et parallèlement aux franges, la fente très fine d'un spectroscope. On aperçoit à travers celui-ci, un spectre sillonné de raies noires. Explique ce phénomène. Indique le nombre de raies noires et les longueurs d'onde des radiations éteintes.

Les longueurs d'onde des radiations constituant la lumière blanche varient de $0,8\mu$ à $0,4\mu$.

Exercice 7

On réalise le phénomène d'interférence à l'aide du dispositif des fentes de Young. L'écran d'observation est parallèle au plan des fentes F_1 et F_2 et placé à la distance $D = 2m$ de ce plan.

- On éclaire les fentes F_1 et F_2 en lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,6\mu m$. La distance qui sépare le milieu de la frange centrale brillante au milieu de la troisième frange obscure au dessus vaut $x = 2mm$. Calcule l'interfrange i et déduis-en la distance $a = F_1F_2$ séparant les deux fentes.
- Les sources émettent simultanément deux radiations de longueur d'onde respectives

$\lambda_1 = 0,6\mu m$ et $\lambda_2 = 0,5\mu m$, qu'observe-t-on sur l'écran ? Quelle est la distance séparant deux coïncidences successives ?

- La distance F_1F_2 gardant la même valeur, on plonge tout le système dans un liquide transparent d'indice $n = \frac{3}{2}$. Évalue le nouvel interfrange pour la radiation $\lambda = 0,6\mu m$ utilisée dans la première question.

Exercice 8

On réalise l'expérience des fentes de Young en utilisant un écran percé de deux trous S_1 et S_2 distantes de a ; une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde

$\lambda_1 = 0,50 \mu m$. La source est équidistante de S_1 et S_2 .

L'écran d'observation E est disposé perpendiculairement à la droite SO' ; O' étant le milieu de S_1S_2 . Sa distance au plan de deux trous est $D = 1 m$.

- Fais un schéma du dispositif et indique la zone où on observe le phénomène d'interférences.
 - On mesure la largeur de 20 interfranges et on trouve $L = 25 mm$. Trouve l'écartement $a = S_1S_2$ des deux trous.
- On remplace la source S par une source S' qui émet simultanément deux lumières monochromatiques de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 (inconnue).
 - Calcule la valeur de λ_2 sachant que la 3^{ème} frange brillante de la radiation $\lambda_1 = 0,50\mu m$ coïncide avec la 3^{ème} frange sombre de la radiation de longueur d'onde λ_2 . La frange centrale étant numérotée zéro.
 - À quelle distance de la frange centrale a lieu la 1^{ère} coïncidence entre les franges brillantes des deux radiations ?
- La source S est maintenant remplacée par une source S' de lumière blanche.
 - Décris le phénomène observé sur l'écran.
 - On place dans le plan E, au niveau de la frange centrale la fente d'un spectromètre. Quel est l'aspect du spectre observé ?

L'EFFET PHOTOÉLECTRONIQUE

Dans les exercices on prendra : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
 $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Exercice 1

L'énergie d'extraction de la cathode d'une cellule photoélectrique à vide est $W_0 = 1,90 \text{ eV}$.

1. Calcule la longueur d'onde seuil λ_0 du seuil photoélectrique.
2. La cathode est éclairée simultanément par trois radiations de longueur d'onde :
 $\lambda_1 = 0,70 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,60 \mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,50 \mu\text{m}$

Quelles sont celles qui sont provoquent l'émission photoélectrique ? Pourquoi ?

3. La cellule est éclairée uniquement par la radiation de longueur d'onde λ_3 .
 - a. Quelle est la vitesse maximale d'émission d'un électron ?
 - b. Quelle est la vitesse d'arrivée sur l'anode d'un électron émis avec la vitesse de $4,5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$, la tension entre l'anode et la cathode étant $U_{AC} = 5 \text{ V}$.

Exercice 2

1. Le seuil photoélectrique de la cathode d'une cellule se situe à $\lambda_0 = 0,5 \mu\text{m}$.
 - a. Quelle est la vitesse maximale de sortie des électrons de la cathode ?
 - b. Détermine la valeur du potentiel d'arrêt.
2. La longueur d'onde est $\lambda_0 = 0,5 \mu\text{m}$ et la tension appliquée à la cathode est égale 75 V .
 Quelle est l'énergie cinétique maximale des électrons qui arrivent sur l'anode ?

Exercice 3

Deux radiations de longueur d'onde $\lambda = 0,490 \mu\text{m}$ et $\lambda' = 0,588 \mu\text{m}$ éclairent une cellule photoélectrique au potassium. Le travail d'extraction d'un électron du potassium est : $W_0 = 2,25 \text{ eV}$.

1.
 - a. Ces deux radiations permettent-elles des l'émission d'électrons par la plaque de potassium ? Justifie ta réponse.
 - b. Calcule la longueur d'onde de la radiation correspondant au seuil photoélectrique du potassium.
2. Quelle est la vitesse maximale d'émission des électrons de la cathode dans le cas où celle-ci est éclairée par la lumière de longueur d'onde $\lambda = 0,490 \mu\text{m}$.

3. La différence de potentiel entre l'anode et la cathode de la cellule photoélectrique est $U = 60 \text{ V}$. Calcule la vitesse maximale des électrons arrivant sur l'anode.
4. L'intensité du courant de saturation dans le circuit est $4 \cdot 10^8 \text{ A}$, lorsque la puissance rayonnante reçue par la cathode est $9,1 \cdot 10^{-7} \text{ W}$. Calcule :
 - a. Le nombre de photons reçus par la cathode en une seconde.
 - b. Le nombre d'électrons émis par la cathode durant ce temps.
 - c. Le rendement quantique de la cellule photoélectrique.

Exercice 4

La terre reçoit une puissance lumineuse de 900 W.m^2 en moyenne. En supposant que cette puissance P est due essentiellement aux photons de longueur d'onde moyenne 700 nm , calcule le nombre n de photons reçus par seconde sur une surface de 1 m^2 .

Exercice 5

Le potentiel d'arrêt d'une cellule est égal à -2 V . Calcule la vitesse maximale des électrons émis.

Exercice 6

Soit une cellule photoélectrique en césium dont l'énergie d'extraction d'un électron est $W_0 = 1,88 \text{ eV}$. Cette cellule est éclairée par une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,496 \mu\text{m}$.

1. Cette radiation peut-elle produire l'effet photoélectrique ? Justifie ta réponse.
2. Calcule l'énergie cinétique maximale des électrons à la sortie du métal ainsi que leur vitesse.
3. Calcule l'intensité du courant de saturation.
 La puissance rayonnante et le rendement quantique sont respectivement $40 \mu\text{W}$ et 1% .

Exercice 7 : Bac 2013 SE

Une cellule photoélectrique reçoit un rayonnement lumineux monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 0,546 \times 10^{-6} \text{ m}$, de puissance $P = 540 \cdot 10^{-3} \text{ W}$. La photocathode est en césium, le travail d'extraction est $2,0 \text{ eV}$. Le rendement de la cellule est $0,2\%$.

- 1) Quelle est la longueur d'onde λ_0 correspondant au seuil photoélectrique ?
- 2) Quelle est l'énergie cinétique maximale des électrons émis ?
- 3) Quelle est la vitesse maximale d'impact sur l'anode si la différence de potentiel entre l'anode et la photocathode est 100 V ?
- 4) Quelle est l'intensité du courant de saturation que l'on obtient avec ce rayonnement ?

Indication

On rappelle que le rendement est le rapport du nombre d'électrons arrachés à la cathode au nombre de photons reçus par la cathode dans le même temps.

Exercice 8 : (Bac TSE 2017)

1. Le métal constituant la cathode C d'une cellule photoélectrique est caractérisé par le travail d'extraction $W_0 = 2,1 \text{ eV}$. Quelle est la longueur d'onde λ_0 (dans le vide) caractérisant le seuil photoélectrique.
2. La cellule est éclairée par un faisceau constitué de deux rayonnements monochromatiques de longueur d'onde dans le vide $\lambda_1 = 0,50 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,66 \mu\text{m}$. Observe-t-on l'effet photoélectrique ? Justifie la réponse.
3. La cellule est éclairée par un faisceau monochromatique émis par une source ponctuelle S, sa longueur d'onde dans le vide est $\lambda_3 = 0,48 \mu\text{m}$.

La tension électrique entre l'anode A et la cathode C ; est $U_{AC} = V_A - V_C = 50 \text{ V}$; l'intensité du courant qui traverse la cellule est $I = 12,5 \mu\text{A}$.

- a. Sachant que I ne change pas si on augmente U_{AC} à partir de la valeur 50 V , en déduis le nombre d'électrons émis par la cathode par seconde.
- b. Sachant que deux photons sur cent donnent des chocs efficaces (un choc est efficace s'il est suivi de l'extraction d'un électron), quelle est la puissance lumineuse reçue par la cathode ?

Indication : Deux photons sur cent donnent des chocs efficaces signifie que le rendement de la cellule est 2%.

LES NIVEAUX D'ÉNERGIE ATOMIQUE

Exercice 1

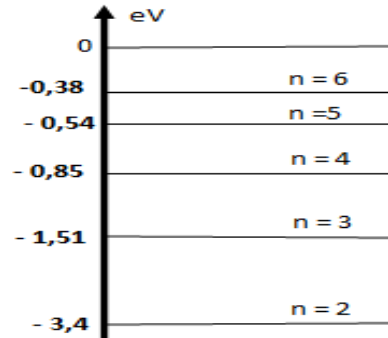
- L'énergie des niveaux de l'atome d'hydrogène est donnée par $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$ avec n entier non nul.
 - Calcule les énergies des 6 premiers niveaux. Précise ce qu'on appelle état fondamental et état excité.
 - Qu'appelle-t-on énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? Calcule sa valeur.
 - Représente ces différents niveaux sur un diagramme à l'échelle 1cm pour 1eV. Justifie le caractère discontinu du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.
- Calcule la longueur d'onde d'un photon capable de provoquer la transition de l'atome d'hydrogène de son niveau fondamental au niveau $n = 3$. Représente cette transition sur le diagramme précédent.
- Calcule la longueur d'onde correspondant à la transition du niveau 3 au niveau 2. Donne le résultat en nm. Cette transition correspond-elle à un photon émis ou absorbé ?
- Cet atome étant de nouveau dans son état fondamental, il absorbe un photon de longueur d'onde égal à $8,5.10^{-8} \text{ m}$. Compare cette énergie à celle du niveau fondamental. Montre alors que l'électron est arraché à l'atome. Comment nomme-t-on ce phénomène ?

Exercice 2

- Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$ avec E_n en eV et n un nombre entier supérieur ou égal à 1.
 - Quelle est l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène ?
 - Quelle est l'énergie cinétique minimale d'un électron capable de provoquer par choc l'excitation d'un atome d'hydrogène de son niveau fondamental ($n = 1$) à son premier niveau excité ($n = 2$).
 - L'atome d'hydrogène précédemment excité revient à l'état fondamental ($n = 1$) avec émission d'onde lumineuse. Quelle est sa longueur d'onde ?
 - Établis la relation littérale donnant la fréquence des ondes lumineuses émises lorsque les atomes d'hydrogène préalablement excités passent par $n = 2$. Calcule la plus grande longueur d'onde des ondes lumineuses émises dans ce cas.

On donne : Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$
 Célérité de la lumière dans le vide : $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 Charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

- Sur un diagramme représenté par la figure ci-dessous sont représentés quelques-uns des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.



- A quoi correspond le niveau d'énergie $E = 0 \text{ V}$.
- Représente par des flèches sur ce diagramme les transitions électroniques de la série de Balmer qui se produisent lors du retour de l'électron excité au niveau $n = 2$. Indique l'énergie correspondant à chacune de ces radiations.
- Quelle est la plus petite longueur d'onde correspondant à une radiation émise lorsqu'un électron revient sur le niveau $n = 2$? Cette radiation est-elle visible ?

On donne : (limites du visible : $400 \text{ nm} - 750 \text{ nm}$)

$C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$;

$1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ nm} = 10^9 \text{ m}$

- On éclaire une cellule photoélectrique à cathode au potassium avec l'ensemble des radiations de la série de Balmer. A quelles transitions électroniques correspondent les radiations susceptibles d'extraire un électron du métal ?
On donne : travail d'extraction $W_0 = 2,26 \text{ eV}$.
- Quelle sera l'énergie cinétique d'un électron émis de la cathode par une radiation correspondant à la transition $n = 5$ à $n = 2$?

Exercice 3

Les énergies des différents niveaux, exprimées en

électronvolt sont données par la formule : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$

- Calcule les énergies correspondant à $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, $n = \infty$ et représente le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.
- Quelle est l'énergie minimale que l'on doit fournir à un atome d'hydrogène pour qu'il passe de l'état fondamental à un état excité ? Transcris- la sur le diagramme.
- Cette énergie est apportée à l'atome par une radiation lumineuse monochromatique.

- Calcule sa longueur d'onde.
 $C = 3.10^8 m.s^{-1}$; $h = 6,62.10^{-34} J.s$
- A quel domaine du spectre appartient cette radiation ?
- Calcule la longueur d'onde de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène.

Exercice 4

L'énergie du niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par la formule : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$

On donne : $E_0 = 13,6 eV$; $C = 3.10^8 m.s^{-1}$;
 $h = 6,62.10^{-34} J.s$; $e = 1,6.10^{-19} C$

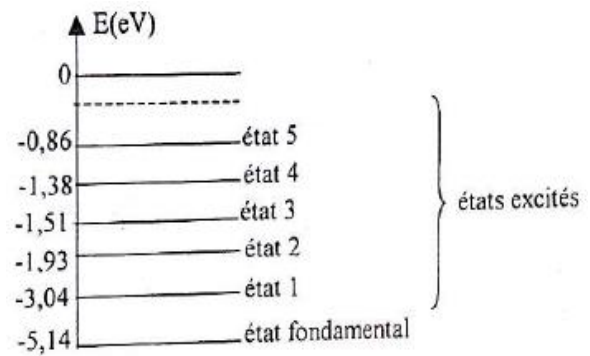
- Quelle est l'énergie correspondante :
 - Au niveau fondamental de l'atome d'hydrogène.
 - Au niveau d'énergie le plus élevé de l'atome d'hydrogène.
- Une transition électronique du niveau 4 au niveau 2 peut-elle être se réaliser par absorption ou par émission d'un photon ? Justifie.
 - Quelle est la longueur d'onde de l'onde associée ? A quel domaine des ondes électromagnétiques appartient-elle ?
- Une transition électronique du niveau 3 au niveau 5 peut-elle être se réaliser par absorption ou par émission d'un photon ? Justifie.
 - Quelle est la longueur d'onde de l'onde associée ? A quel domaine des ondes électromagnétiques appartient-elle ?
- Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? A quelle condition doit satisfaire la longueur d'onde lumineuse permettant par absorption d'un photon d'ioniser un atome d'hydrogène initialement dans son état fondamental ?
 - A quel domaine appartient-il ?

Exercice 5

Les questions 1, 2, 3, 4, et 5 sont indépendantes.
La figure ci-dessous donne le diagramme énergétique simplifié de l'atome de sodium

- Comment peut-on expliquer la discontinuité des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.
- Quelle est l'énergie d'ionisation du sodium ?
- Calcule en Joule et en eV la variation d'énergie qui correspond à l'émission de la raie jaune de longueur d'onde $\lambda_1 = 589 nm$ pour l'atome de sodium.

Quelles sont les états concernés par la transition correspondant à l'émission de raie ?



- On fournit successivement à l'atome de sodium pris dans son état fondamental les quanta d'énergie suivants 3,21 eV, 3,5 eV et 7 eV grâce à des radiations électromagnétiques.
 - Dans quel(s) cas l'atome de sodium pourra-t-il absorber cette énergie ?
 - Dans quel état se trouvera-t-il dans chacun des trois cas ?
- L'atome de sodium dans son état fondamental est heurté par un électron ayant l'énergie cinétique 3,5 eV. Lors de l'interaction, l'atome de sodium reste pratiquement immobile et passe de l'état fondamental à son 2^{ème} état excité.
 - Quelle est l'énergie cinétique de l'électron après cette interaction ?
 - L'atome de sodium se désexcite et revient à son 1^{er} état excité par émission d'un photon de longueur d'onde λ_2 . Calcule λ_2 .

On prendra dans cet exercice : $C = 3.10^8 m.s^{-1}$;
 $h = 6,62.10^{-34} J.s$; $1 eV = 1,6.10^{-19} J$

LA RADIOACTIVITE

Dans les exercices on prendra :

$$m_p = 1,0073u ; m_n = 1,0087u ; c = 3.10^8 m/s$$

$$m_e = 0,55.10^{-3}u ; N_A = 6,0221.10^{23} mol^{-1}$$

$$1MeV = 1,6022.10^{-13}J$$

$$1u = 931,5MeV = 1,67.10^{-27}kg$$

Exercice 1

Indique pour chacune des réactions nucléaires suivantes s'il s'agit de réaction de fission, de fusion ou de radioactivité spontanée.

- $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{144}_{57}La + ^{88}_{35}Br + 4^1_0n + \gamma$
- $^6_3Li + ^2_1H \rightarrow 2^4_2He + \gamma$
- $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n + \gamma$
- $^{24}_{11}Na + ^{24}_{12}Mg \rightarrow ^0_1n + \bar{\nu} + \gamma$

Exercice 2

Complète les équations suivantes

- $^{235}_{92}U \rightarrow ^{144}_{57}He + \dots$
- $\dots \rightarrow ^0_{-1}e + ^{36}_{18} + \dots$
- $^{16}_8S + ^0_{+1}e \rightarrow ^{30}_{\dots} + \dots$
- $\dots \rightarrow ^{206}_{82}Pb + \gamma$

On donne : $^{18}_{18}Ar$; $^{90}_{90}Th$; $^{15}_{15}P$; $^{17}_{17}Cl$

Exercice 3

Ecris les équations correspondant aux désintégrations suivantes :

- Désintégration α de $^{235}_{92}U$
- Désintégration β^- de $^{24}_{10}Ne$
- Désintégration β^+ de $^{19}_{10}Ne$
- Désintégration β^- de $^{131}_{53}I$
- Désexcitation γ de $^{14}_7N$

On donne : $^{11}_{11}Na$; $^{90}_{90}Th$; ^9_9F ; $^{54}_{54}Xe$

Exercice 4

Considérons le nucléide : $^{226}_{88}Ra$

- Calcule les nombres de neutrons et de protons dans le noyau.
- Calcule la masse de l'ensemble de ces nucléons s'ils étaient séparés.
- La masse du noyau est égale à $225,977u$. Calcule en u, le défaut de masse du noyau.
- Calcule en joule, puis en MeV, l'énergie de liaison.
- Calcule en MeV, l'énergie de liaison par nucléons.

Exercice 5

Le noyau d'état $^{211}_{85}At$ est radioactif de type α . Sa demi-vie est $T = 7heures$.

- Donne la composition du noyau d'Astase.
 - Ecris l'équation traduisant la désintégration radioactive de l'Astase.
- On considère un échantillon contenant $N_0 = 4.10^{21}$ noyaux radioactifs de l'Astase à l'instant $t = 0$.
 - Calcule l'activité radioactive de l'échantillon à l'instant $t_1 = 21heures$.
 - Calcule la masse de l'échantillon restant à l'instant $t_2 = 14heures$.

On donne : $^{83}_{83}Bi$; $^{84}_{84}Po$; $^{85}_{85}At$; $^{86}_{86}Rn$; $^{87}_{87}Fr$
 $M(At) = 211g/mol$

Exercice 6

- Le nucléide cobalt $^{60}_{27}Co$, utilisé en radioactivité est radiothérapie est radioactif β^- . Sachant que sa demi-vie est $T = 5,3$ années.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - Calcule, en année, la constante radioactive β^- de la réaction nucléaire.
- Un échantillon contient une masse $m_0 = 1g$ de $^{60}_{27}Co$ radioactifs à la date $t_0 = 0s$.
 - Calcule le nombre N_0 de noyaux $^{60}_{27}Co$ radioactifs contenus dans l'échantillon.
 - Calcule le nombre de noyaux $^{60}_{27}Co$ radioactifs contenus dans l'échantillon à l'instant $t = 1$ année.
 - Calcule en pourcentage $\frac{A(t)}{A(t_0)}$

Extrait du tableau périodique

$^{25}_{25}Mn$; $^{26}_{26}Fe$; $^{27}_{27}Co$; $^{28}_{28}Ni$; $^{29}_{29}Cu$

Exercice 7

On étudie la désintégration du nucléide d'uranium 238 ($^{238}_{92}U$).

- L'uranium 238 subit plusieurs désintégrations successives : x désintégration de type α et y désintégrations de type β^- et se transforme en Radon $^{226}_{86}Ra$. Le radon lui-même radioactif, conduit au plomb $^{206}_{82}Pb$ par plusieurs désintégrations de a désintégration α et de b désintégration β^- .

$$m(^{238}U) = 238,086u ; m(\alpha) = 4,0026u$$

$$m(^{226}Ra) = 226,0254u$$

Calcule $x, y, a, et b$

- La première désintégration de l'uranium est de α et conduit au noyau de thorium Th.

Ecris l'équation bilan de la désintégration.

Exercice 8 (Bac TSE 2014)

Le radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ a une période de 3,8 jours. Il est radioactif α .

- 1) Écris l'équation-bilan de sa désintégration.
- 2) Calcule la constante radioactive.
- 3) On dispose d'un échantillon de 0,10 mg de radon 222. Combien y-a-t-il de noyaux radioactifs dans l'échantillon ?
- 4) Quelle doit-être l'activité de l'échantillon au bout de 20 jours ?

Données $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $M_{\text{Rn}} = 222 \text{ g/mol}$

Élément	Bismuth	Polonium	Astate
Symbole	Bi	Po	At
Z	83	84	85

Radon	Francium	Radium
Rn	Fr	Ra
86	87	88

Exercice 9 (Bac 2016 TSE)**Datation au carbone 14**

En 1983 fut découverte l'épave d'un bateau ; pour valider que ce bateau date du Moyen Âge une datation au carbone 14 est réalisée sur un échantillon de bois prélevé sur sa coque.

L'activité A mesurée pour cet échantillon est de 12,0 désintégrations par minute et par gramme de carbone. Or l'activité pour 1 gramme de carbone participant au cycle du dioxyde de carbone de l'atmosphère est égale à $A_0 = 13,6$ désintégrations par minute.

- 1) Justifie la variation d'activité d'un échantillon de bois au cours du temps
- 2) Sachant que la loi de décroissance de l'activité en fonction du temps s'écrit : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$
 - a) Établis l'expression du temps t en fonction des autres grandeurs physiques $A(t)$, A_0 , et λ .
 - b) Calcule t
- 3) Le temps t correspond au temps écoulé entre la date de fabrication du bateau et la date de découverte de l'épave. Détermine l'année de fabrication du bateau.
- 4) Le Moyen Âge s'étend de 476 à 1492 ans après Jésus-Christ ; l'hypothèse est-elle vérifiée ?

On donne la constante radioactive du carbone 14 :

$$\lambda = 1,244 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$$

Exercice 10 (Bac D RCI 2020)

L'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est un nucléide qui peut subir une fission ou désintégration radioactive.

1. Etude de la désintégration radioactive de l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$

L'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est un émetteur de particules α . Sa période $T = 7,2 \cdot 10^8$ ans. On rappelle que la loi de décroissance radioactive s'écrit $N = N_0 e^{-\lambda t}$.

- 1.1. Définis la période radioactive T d'un nucléide.
- 1.2. Calcule la constante radioactive λ de l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$.
- 1.3. On dispose d'une masse $m_0 = 1 \text{ g}$ d'uranium à la date $t = 0$.
 - 1.3.1. Vérifie que le nombre de noyaux N_0 présents dans la source à la date $t = 0$ est $N_0 = 2,56 \cdot 10^{21}$ noyaux.
 - 1.3.2. Détermine le nombre de noyaux $N(t)$ présents dans la source aux dates $t = T$, $t = 2T$ et $t = 3T$.
 - 1.3.3. Représente qualitativement la courbe de décroissance radioactive $N = f(t)$ sur 3 périodes successives (fais figurer les ordonnées des points d'abscisses $0, T, 2T$ et $3T$).

2. Etude de la fission de l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$

- 2.1. Définis la fission nucléaire.
- 2.2. Par capture d'un neutron, l'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ donne la réaction suivante :

$$^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{141}_{54}\text{Xe} + {}^{92}_{38}\text{Sr} + 2{}^1_0\text{n}$$
 - 2.2.1. Rappelle les lois de conservation au cours d'une réaction nucléaire.
 - 2.2.2. Calcule les valeurs de A et Z en utilisant ces lois.

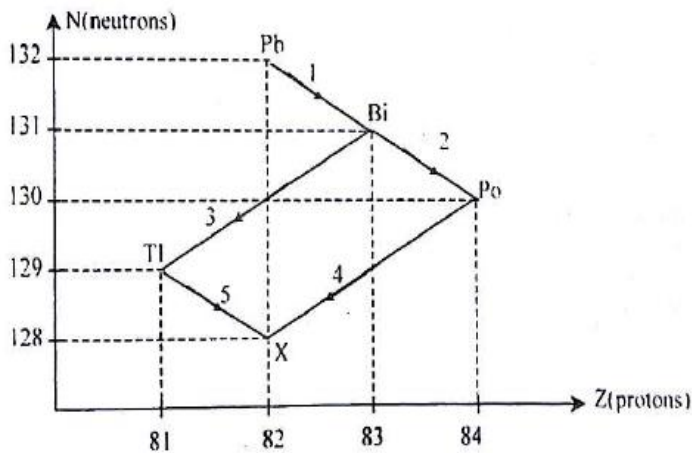
Données : $m(^{235}_{92}\text{U}) = 3,903 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

Exercice 11

1. On étudie la désintégration radioactive de la famille de l'uranium 238.

L'uranium $^{238}_{92}\text{U}$ conduit après plusieurs désintégrations successives à un isotope stable du plomb $^{206}_{82}\text{Pb}$ après avoir subi x désintégrations de type α et y désintégrations de type β^- .

- a. Écris l'équation de la transformation globale et calcule le nombre x de désintégrations α et le nombre y de désintégrations β^- .
- b. Un extrait des nucléides de la famille radioactive de l'uranium 238 est donné dans le graphique suivant :



Écris les équations de la désintégration 1, 2, 3, 4, 5 et précise à chaque fois le type de désintégrations.
Donne le nom du nucléide X.

2. La première désintégration de l'uranium ^{238}U est de type α et conduit à un noyau de thorium.
 - a. En admettant que toute énergie libérée au cours de la réaction nucléaire est transmise à la particule α sous forme d'énergie cinétique. Calcule la valeur de la vitesse d'émission V des particules α en admettant qu'elles ne sont pas relativistes.
 - b. En réalité, cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement γ . La détermination expérimentale de la vitesse des particules α montre qu'elle est égale à $1,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Déduis-en la longueur d'onde λ du rayonnement γ émis.

On donne :

Masse du noyau d'uranium ^{238}U : $m_1 = 238,086u$;

Masse du noyau de Thorium : $m_2 = 234,078u$;

Masse de la particule α : $m_3 = 4,0026u$;

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

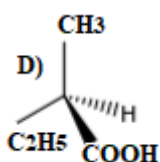
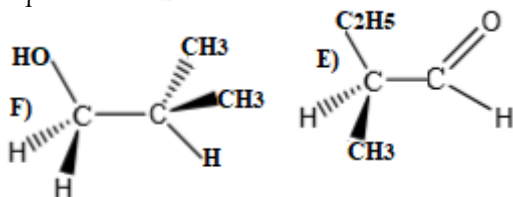
Célérité de la lumière : $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

Unité de masse atomique : $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

3. Un des composés est une molécule chirale :
 - a. Lequel ? En quoi consiste cette chiralité ? Quelle en est l'origine dans cette molécule ?
 - b. Donne une représentation en perspective des deux énantiomères correspondants.

Exercice 10

1. Écris les formules semi-développées des composés suivants :
 - A. 3-méthylbutan-2-one ;
 - B. 2-méthylbutan-2-ol ;
 - C. 3-méthylbutanal.
2. En te rappelant la lettre de référence, donne la formule semi-développée et le nom de chacun des composés suivants :



3.
 - a. Pour chacun des composés A, B, C, D, E et F, précise la fonction chimique qui le caractérise et indique par un astérisque le (ou les) atome(s) de carbone(s) asymétrique(s) éventuellement présent(s).
 - b. Précise le type d'isomère liant les composés A et C.
 - c. Donne une représentation de Newman de C en considérant la liaison entre les atomes de carbone $C_2 - C_3$. Fais la représentation de la molécule F
 - d. Donne une représentation en perspective accompagnée de son image dans un miroir pour les composés possédant un atome de carbone asymétrique.
4. Pour ces composés, réponds aux questions suivantes :
 - a. Le composé est-il superposable à son image dans un miroir plan ?
 - b. Le composé et son image sont-ils des corps purs différents ?
 - c. Comment nomme-t-on de tels composés ?
5. Trouve pour le composé B :
 - a. Un isomère de position
 - b. Un isomère de chaîne
 - c. Un isomère de fonction

Exercice 11

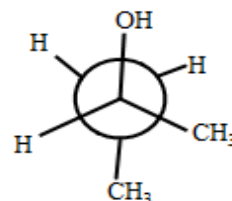
- 1- Ecris les formules semi-développées des acides α -aminés suivants en notant le (ou les) carbone(s) asymétrique(s) par un astérisque (C^*) :

Acide 2-amino 3-hydroxybutanoïque

Acide 2-amino propanoïque

Acide 2-amino 3-méthyl pentanoïque

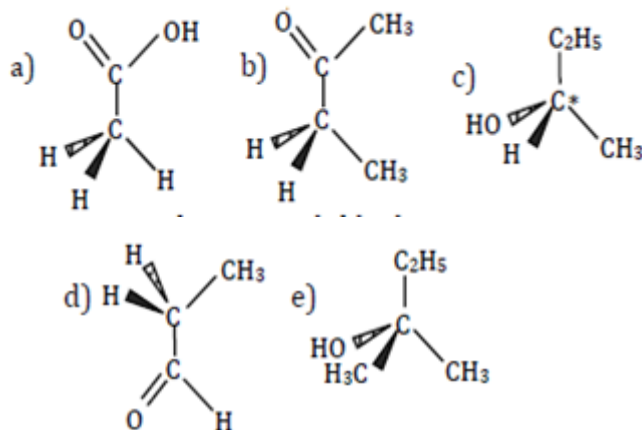
- 2- Soit le composé $(CH_3)_2CH - CHNH_2 - COOH$
 - a) Donne son nom, sa fonction et sa représentation de Fischer
 - b) Donne la forme sous laquelle on lui trouve en solution aqueuse et le nom. Explique son caractère amphotère
- 3- On considère une molécule A représentée ci-dessous :



- a) Sous quelle conformation A est-elle représentée ? Représente et nomme une autre conformation de A. Quelle est la conformation stable ? (1 pt)
- b) Donne la formule semi-développée et le nom de A. Montre que la molécule A possède deux isomères de configuration. Représente-les.

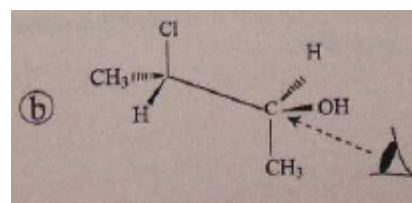
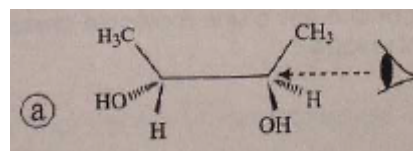
Exercice 12

On dispose de cinq flacons contenant, chacun, l'un des cinq composés organiques dont les molécules sont représentées en perspective ci-dessous :



1. Nomme les corps a), b), c), d), e) et précise la fonction organique qui les caractérise
2. On réalise sur trois des flacons une série d'expériences qui se révèlent soit positives (existence d'une réaction caractéristique), soit négatives (absence de réaction caractéristique) En justifiant brièvement votre réponse, identifier les composés organiques appartenant à ces trois flacons.

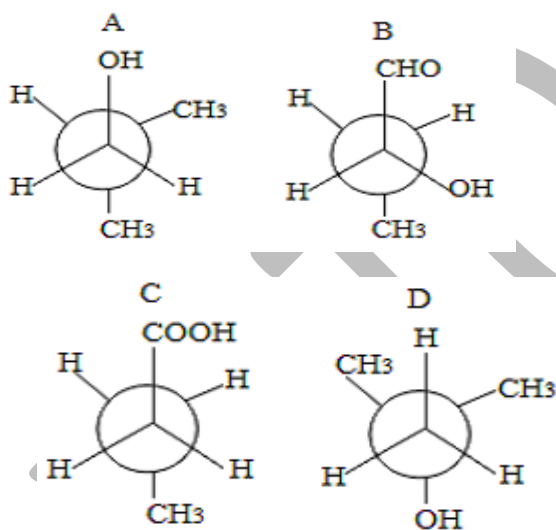
Réaction avec	l'ion $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH)	la liqueur de Fehling	le chlorure d'éthanoyle
Flacon N°1	négative	positive	négative	négative
Flacon N°2	négative	négative	négative	positive
Flacon N°1	positive	positive	positive	négative



- 3.
- Qu'appelle-t-on une molécule chirale ? Quelle propriété physique particulière possède une substance chirale ?
 - Parmi les cinq composés organiques représentés, quels sont ceux qui présentent une chiralité ? Justifiez votre choix.
 - Donne une représentation spatiale de chacun des énantiomères.
 - Le composé a) et c) réagissent entre eux. Ecris le bilan réactionnel en nommant la fonction du composé organique obtenu.

Exercice 13

On considère les composés A, B, C et D en perspective de Newman :



- Ecris leurs formules semi-développées, précise leurs fonctions chimiques et donne leurs noms.
- Parmi ces composés, quelles sont ceux qui présentent :
 - des isoméries planes ? Précise leur type (position, chaîne, fonction).
 - l'isométrie optique ? Dites pourquoi et présente les énantiomères par les représentations en perspectives et de Fisher.

Exercice 14

Complète les schémas ci-après par la représentation correspondant à l'observateur.

Exercice 15

Donne la représentation de Newman de 1-bromopropane telle que le brome et le méthyle soient éclipseés. En déduis tous ses conformères remarquables.

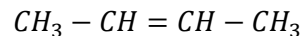
Exercice 16

Précise les types d'isoméries que l'on retrouve dans chacune des molécules suivantes. En déduis le nombre d'isomères possibles.

- $CH_3 - CHOH - CHCl - CH = CH - CH_2 - CH_3$
- $CH_3 - CCl = CHOH - CH(NH_2) - COOH$
- $CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - CO_2H$

Exercice 17

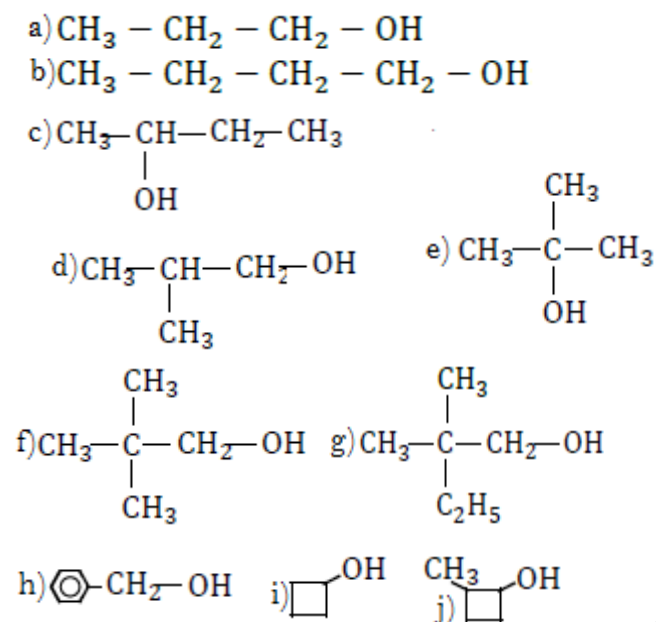
On considère le composé A de formule :



- Nomme A. Donne son nombre de configurations et représente-les.
- L'hydratation de A conduit à un composé B.
 - Ecris l'équation de la réaction en précisant le catalyseur, puis nomme B.
 - Le composé B est-il chiral ? Si oui, représente ses énantiomères.
- Le composé B réagit sur le dichromate de potassium en présence d'acide sulfurique pour donner un composé C. Ecris la formule semi-développée et le nom de C en précisant son nombre de configurations.

LES ALCOOLS

EXERCICE 1



Exercice 2

Ecris les formules semi développées des composés suivants:

- a) 3-méthylbutan-2-ol ; b) 2-éthylpentan-1-ol
 c) 4-éthyl-3-méthylheptan-2-one
 d) 4-éthyl-3-méthylhexan-3-ol
 e) éthanediol ou éthan-1,2-diol ; f) propan-1,2-diol
 g) 2-méthylbutanal ; h) phénylméthanol
 i) 2,3-diméthylpentanal ; j) 3-méthylbutan-2-one

EXERCICE 3

- On réalise dans le dioxygène la combustion complète d'un hydrocarbure non cyclique, de formule brute C_nH_{2n} , où n désigne le nombre d'atomes de carbone. La combustion complète d'une mole de l'hydrocarbure produit 72g d'eau.
 - Ecris l'équation-bilan de la combustion en fonction de n.
 - Calcule la valeur de n et donne la formule brute de cet hydrocarbure.
- On suppose que l'hydrocarbure contient quatre atomes de carbone. Ecris les formules semi-développées et les noms des isomères possibles.
- L'hydratation de l'un des isomères nommé A ne donne qu'un seul produit B.
 - Quels sont les formules semi-développées et les noms de A et de B ?
 - Ecris l'équation-bilan de l'hydratation de A.
- Le corps B est oxydé en milieu acide par le permanganate de potassium. Il se forme un seul produit C.

- Quelle est la fonction de C ? Donne la formule semi-développée et le nom de C.
- Propose un test permettant d'identifier C.
- Ecris l'équation bilan du passage de B en C.

EXERCICE 4

L'hydratation d'un alcène conduit à un produit oxygéné A, renfermant en masse 26,7% d'oxygène.

- Quelle est la fonction chimique de A ?
- Détermine la formule brute de A et indique tous les isomères possibles pour A.
- Le produit A est oxydé, en milieu acide, par le dichromate de potassium. Le composé B obtenu réagit avec la 2,4-D.N.P.H mais est sans action sur le réactif Shift. En déduire, en le justifiant, la formule semi-développée du composé B.
- Ecris l'équation-bilan de la réaction d'oxydation de A en B par le dichromate de potassium.
- Donner les formules semi-développées et les noms de A et de l'alcène de départ.

EXERCICE 5

- La combustion complète de 3,6g d'un composé organique B de formule brute $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ donne de l'eau et un volume $V = 4,48\text{L}$ de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de ce composé est 2,48.
 - Donne l'équation de cette combustion.
 - Quelles sont les valeurs de x et y ?
 - Quelle est la formule brute du composé ?
- 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 essai contenant de la DNPH, on obtient un précipité jaune. Quelles sont les noms et les formules semi-développées que l'on peut envisager pour le liquide B ?
- Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B. A quelle famille de produits organiques B appartient-il ? Indique le ou les noms que l'on peut retenir.
- Le corps B est en fait l'isomère à chaîne linéaire. Indique la formule semi-développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B avec la solution de dichromate de potassium. Ecris l'équation de la réaction permettant d'obtenir le composé C.
- Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un alcool A.
 - Précise le nom, la classe et la formule développée de A.
 - Trouve et nomme tous les isomères alcools de A.
 - Un de ces isomères est optiquement actif. Lequel ? Justifie ton choix.

Ce composé peut-il réagir avec le permanganate de potassium ? Si oui, écris les demi-équations redox et l'équation bilan de cette réaction.

EXERCICE 6

1. L'alcène $R - CH = CH_2$ est hydraté en présence d'acide sulfurique.
Quels sont les deux composés susceptibles 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 $M = 58\text{g/mol}$ donne un précipité avec la DNPH mais ne réagit pas la liqueur de Fehling.
 - a. Dédus-en la nature de B et de A.
 - b. Ecris leur formule semi-développée et leur nom.
3. Ecris l'équation de la réaction entre A et l'ion dichromate.
4. Détermine le volume minimal de solution de dichromate de potassium de concentration $C = 1\text{mol/L}$ qu'il faut utiliser pour que la totalité du composé A soit oxydé.

EXERCICE 7

1. On oxyde une masse $m = 13,2\text{g}$ d'un mono alcool saturé A par un oxydant en excès. La dissolution dans l'eau distillée du produit de cette oxydation donne une solution S de volume $V = 100\text{cm}^3$. On prélève un volume $V_a = 20\text{cm}^3$ de S que l'on dose par une solution molaire S' d'hydroxyde de sodium. L'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume $V_b = 30\text{cm}^3$ de S' . Détermine :
 - a. La masse molaire moléculaire de l'alcool A ainsi que sa formule brute.
 - b. Ecris les formules semi-développées et donne les noms de tous les alcools isomères de A.
2. Par la suite, on considère l'isomère C le plus ramifié. On effectue l'oxydation ménagée de C ; le produit obtenu donne un test négatif / positif avec la DNPH et négatif / positif avec le réactif de Schiff. Choisis les termes qui conviennent et justifie le choix.

EXERCICE 8

1. Un composé organique de formule C_xH_yO contient en masse 64,86% de carbone et 21,6% d'oxygène.
 - a. Quelle est la masse molaire du composé ?
 - b. Quelles sont les valeurs de x et de y ?
 - c. Détermine les noms et les formules semi-développées possibles de ce composé qui est un alcool.

2. On considère deux produits isomères A et B de cet alcool.
 - ✓ Le composé A par chauffage sur l'alumine donne un seul alcène C.
 - ✓ Le composé B par chauffage sur l'alumine donne un mélange de deux alcènes C et D.
 - ✓ L'oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide donne, entre autre, un produit qui réagit avec le réactif de Tollens ;
 - ✓ L'oxydation de B dans les mêmes conditions conduit à un produit ne réagissant ni avec le réactif de Tollens, ni avec la liqueur de Fehling mais seulement avec la DNPH.

Donne les formules semi-développées et les noms des composés A, B, C et D.

EXERCICE 9 Bac 2015 SE

On considère un composé organique A, ne renfermant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. La combustion complète de 3,2g de cette substance a donné 7g de dioxyde de carbone et 3,87g d'eau. Par ailleurs, la densité de vapeur de A est $d = 2,07$.

1. Détermine la composition centésimale de A. Dédus-en sa formule moléculaire
2. Le composé A réagit sur du sodium avec un fort dégagement de dihydrogène. Quelle est la fonction chimique de A ? Ecris les formules semi-développées de pour A.
3. L'oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide conduit à un composé B qui ne réagit ni avec le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal), ni avec la liqueur de Fehling, mais seulement avec la DNPH.
 - a. Quelle est la fonction chimique de B ? Dédus-en la formule et le nom de A.
 - b. Ecris l'équation bilan de la réaction traduisant l'oxydation de A par le dichromate de potassium.

Exercice 10 Bac 2015 SE

On considère un composé organique A, ne renfermant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. La combustion complète de 3,2g de cette substance a donné 7g de dioxyde de carbone et 3,87g d'eau. Par ailleurs, la densité de vapeur de A est $d = 2,07$.

1. Détermine la composition centésimale de A. Dédus-en sa formule moléculaire
2. Le composé A réagit sur du sodium avec un fort dégagement de dihydrogène. Quelle est la fonction chimique de A ? Ecris les formules semi-développées de pour A.
3. L'oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide conduit à un composé B qui ne réagit ni avec le réactif de Tollens (nitrate

d'argent ammoniacal), ni avec la liqueur de Fehling, mais seulement avec la DNPH.

- Quelle est la fonction chimique de B ? Déduis-en la formule et le nom de A.
- Ecris l'équation bilan de la réaction traduisant l'oxydation de A par le dichromate de potassium.

EXERCICE 11

On dispose de quatre flacons contenant respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone et un acide carboxylique.

- Pour déterminer le contenu, on réalise les tests suivants.

Corps réactifs	A	B	C	D
$Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	Solution orange	Solution verte	Solution verte	Solution orange
DNPH	Solution jaune	Solution jaune	Précipité jaune	Précipité jaune
Réactif de Schiff	Solution incolore	Solution incolore	Solution rose-violette	Solution incolore
Liqueur de Fehling	Solution bleue	Solution bleue	Précipité rouge-brique	Solution bleue

Donne les fonctions chimiques des corps A, B, C et D

- L'action du dichromate de potassium en milieu acide sur B conduit à la formation de C et de A. B et D contiennent chacun trois atomes de carbone.

Donne :

- Les formules semi-développées des corps A, B, C et D
- Les noms des corps A, B, C et D

Exercice 12

La combustion complète d'une certaine masse m d'un alcool A donne m_1 g de CO_2 et m_2 g de H_2O tel que

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{6}$$

- Ecris l'équation bilan de la réaction de combustion d'un alcool $C_nH_{2n+2}O$. Déduis-en la formule brute de A.
Quelle sont les formules semi-développées, les noms et les classes possibles.
- L'oxydation ménagée de A par une solution acidifiée de dichromate de potassium donne un composé B qui réagit avec la DNPH et la liqueur de Fehling.
 - Déduis-en A et B.

- Ecris l'équation de la réaction de l'ion dichromate sur A (par défaut et par excès) ainsi que sur l'isomère A' de A.

Exercice 13

- Détermine les formules semi-développées et les noms des alcools de formule brute $C_4H_{10}O$ et les alcènes de formule brute C_4H_8 .
- Un composé organique A de formule brute $C_4H_{10}O$ donne par déshydratation un corps B de formule brute C_4H_8 .

L'hydratation du corps B donne de façon prépondérante le composé C. Le composé C par oxydation ménagée conduit à un composé D qui donne un précipité jaune avec la DNPH et est sans action sur la liqueur de Fehling. D'autre part, l'oxydation ménagée du composé A conduit à un produit E qui réagit positivement avec la DNPH et le réactif de Schiff.

- Donne les formules semi-développées et les noms des composés A, B, C, D et E.
- Qu'obtient-on par oxydation ménagées des composés D et E.
- Ecris les équations bilan des oxydations ménagées par le dichromate de potassium du composé C et par le permanganate de potassium du composé E.

Exercice 14

- La combustion complète de 3,6g d'un composé organique B de formule brute C_xH_yO donne de l'eau et un volume $V = 4,48L$ de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de ce composé est 2,48.
 - Donne l'équation de cette combustion.
 - Quelles sont les valeurs de x et y ?
 - Quelle est la formule brute du composé ?
- 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 essai contenant de la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH). Quelles sont les formules semi-développées que l'on peut envisager pour le liquide B ? Indique également les noms des produits correspondants à chaque formule.

- Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B ; à quelle famille de produits organiques B appartient-il ? Indique le ou les noms que l'on peut retenir.
- Le corps B est en fait l'isomère à chaîne linéaire. Indique la formule semi-développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B, avec la solution de dichromate de potassium. Ecris

l'équation de la réaction permettant d'obtenir le composé C.

- Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un alcool A. Préciser son nom, sa classe et sa formule développée.

Exercice 15

- La combustion de 1g d'un composé organique A de formule C_xH_yO produit 2,38g de dioxyde de carbone et 1,22g d'eau.
 - Ecris l'équation équilibrée de cette réaction chimique.
 - Détermine la formule brute de A.
- Donne les formules semi-développées, fonctions chimiques et les noms des différents isomères de A

Exercice 16

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

- La combustion complète de 1g de A donne 2,45g de dioxyde de carbone. Détermine n et déduis-en la formule brute de A.
- Avec la DNPH, A donne un précipité jaune. Quelles sont les hypothèses sur la nature de A ?
- Le composé A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal. Conclus.
- En milieu acide, A est oxydé par le permanganate de potassium ($KMnO_4$) et donne l'acide 2-méthylpropanoïque.
 - Déduis-en la formule semi-développée de A. Quel son nom.
 - Ecris l'équation de la réaction entre A et l'ion permanganate.

On donne le couple MnO_4^- / Mn^{2+} .

Exercice 17

Un alcène A subit une hydratation en milieu sulfurique. On obtient deux alcools B et B' (B en quantité prépondérante). 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 tandis que B' est oxydé en un composé D qui réagit avec le réactif de Schiff.

- Précise la classe des deux alcools B et B'.
 - Déduis-en la formule semi-développée de l'alcène A sachant que celui-ci contient cinq atomes de carbone.
 - Le rendement global des opérations de passage de A à D est égal à 8%. Calcule la masse d'alcène nécessaire à la préparation de 10g de D.
- A coté de D on note la présence d'un composé organique E à fonction acide. Précise la formule semi-développée et le nom de E.

Exercice 18

L'hydratation complète de 16,8g de propène conduit à un mélange de deux alcools isomères A et B.

- Donne le nom et la classe des alcools formés. On désignera par A l'alcool primaire.
- A et B, mélangés, sont oxydés en milieu acide par le dichromate de potassium en excès. On obtient, par une réaction totale, un mélange de deux composés organiques C et D que l'on sépare par des méthodes chimiques et que l'on dissout dans l'eau.

On constate que la solution contenant D donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH et ne conduit pas le courant électrique.

La solution contenant C ne donne aucun précipité avec la 2,4-DNPH ; elle conduit le courant électrique et son pH est inférieur à 7.

- Identifie C et D en justifiant la réponse.
- Quel est l'alcool qui a conduit à C ?
- On fait réagir la solution C avec de l'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,25 \text{ mol/L}$.

L'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume $V_b = 200 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium. Déduis de cette mesure la proportion de la quantité n_A de l'alcool à la quantité de matière totale $\frac{n_A}{n_A + n_B}$ des alcools A et B produits par l'hydratation du propène.

Exercice 19

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

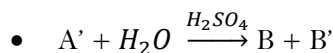
- Ecris la formule semi-développée de ces deux isomères.
- On sépare, par une technique appropriée l'isomère le plus abondant noté B₁. B₁ réagit avec l'hydroxyde de sodium par substitution d'un groupement OH à l'atome de chlore ; on obtient du chlorure de sodium et un alcool B₂. Par oxydation ménagée, B₂ donne un composé B₃ qui réagit avec le réactif de Schiff. Ecris les formules semi-développées des composés B₁, B₂ et B₃ en justifiant le choix des formules retenues.
- L'oxydation de B₃ donne un acide carboxylique B₄. On fait réagir B₄ sur une solution aqueuse d'ammoniac et la déshydratation du composé obtenu donne une amide B₅. Ecris les équations bilans de ces réactions en précisant les formules semi-développées de B₄ et B₅.

Exercice 20

- A est un alcène comportant 4 atomes de carbone. On effectue les réactions suivantes à partir de A :
 - $A + H_2O \rightarrow B$, unique produit de la réaction.

- B + solution de dichromate de potassium en présence de d'acide sulfurique $\rightarrow$ C.
- C + DNPH $\rightarrow$ D, solide cristallisé jaune. C ne réagit pas sur la liqueur de Fehling ni sur l'ion diamine argent (I) $[Ag(NH_3)_2]^+$, en milieu basique.

- A' est un alcène linéaire, isomère de A.



B et B' sont isomères l'un de l'autre; B est nettement prépondérant.

- B' $\rightarrow$ C', puis E par oxidation ménagée
- C' + DNPH $\rightarrow$ D', solide cristallisé jaune.

C' réagit avec la liqueur de Fehling et l'ion diamine argent (I)

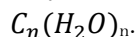
E jaunit le bleu de bromothymol, en solution aqueuse.

Détermine la nature et la formule semi-développée des différents composés A, B, C, A', B', C' et D.

Nomme les produits chimiques correspondants.

Exercice 21

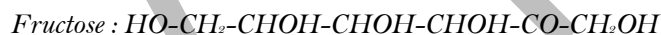
On appelle « ose » un groupe de molécules organiques appartenant à la famille des glucides appelés aussi « hydrates de carbone » car de formule générale :



Partie 1 : Le plus simple des oses est le 2,3-hydroxypropanal (ou glycéraldéhyde)

1. Donne sa formule semi-développée.
2. Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ?
3. Si oui, représente les deux énantiomères de cette molécule.

Partie 2 : le nom officiel du sucre utilisé en cuisine est le saccharose. Le saccharose s'hydrolyse en milieu acide en fructose et glucose. Les formules de ces deux oses sont :



1. Donne les formules brutes de ces deux oses.
2. Sachant que l'hydrolyse du saccharose (A) peut s'écrire :



Donne la formule brute du saccharose.

3. Les molécules de glucose et fructose possèdent-elles des carbones asymétriques ? Lesquels ?
4. Identifie les différentes fonctions présentes dans chacune de ces deux molécules.
5. On effectue un test à la liqueur de Fehling avec le glucose et le fructose.
 - a. Dis pour chaque ose si le test est positif ou négatif. Justifie
 - b. Ecris l'équation bilan de la réaction produite.

6. On numérote les atomes de carbone de la molécule de glucose de la façon suivante :

$$\text{HOCH}_2\text{-CHOH-CHOH-CHOH-CHOH-CHO}$$

(6) (5) (4) (3) (2) (1)

- a. En utilisant la présentation de Newman, représente la molécule du glucose vue par un observateur placé le long de l'axe $C_2 - C_3$, dans sa conformation la plus stable.
- b. Quelle est la différence entre conformation et configuration ?

LES AMINES

Exercice 1

Donne les formules semi-développées

- a. Méthylamine ou méthylamine
- b. 2-méthylbutylamine
- c. N, N-diméthyléthylamine
- d. Cyclohexylamine
- e. Isopropylamine (ou 1-méthylamine)
- f. N-méthylpentan-3-amine
- g. Iodure de tétraméthylammonium
- h. Bromure de diméthyl-éthyl-phénylammonium
- i. Diphenylamine
- j. N-méthylpropanamine

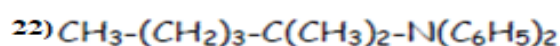
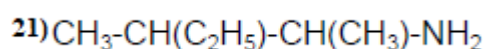
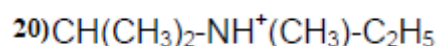
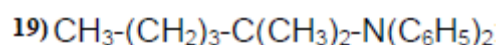
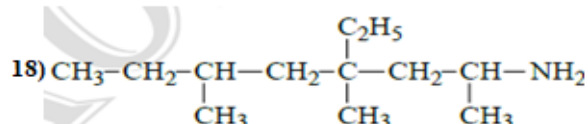
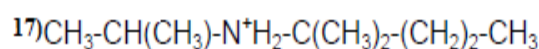
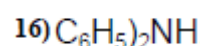
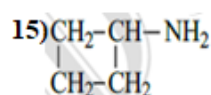
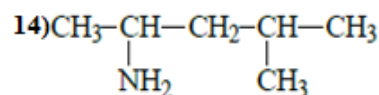
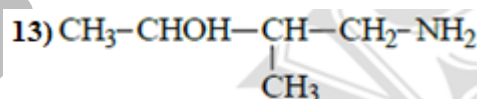
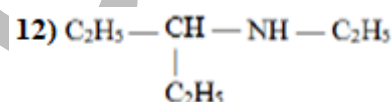
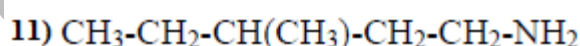
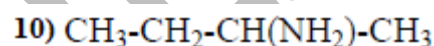
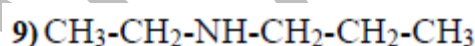
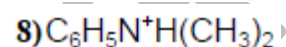
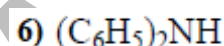
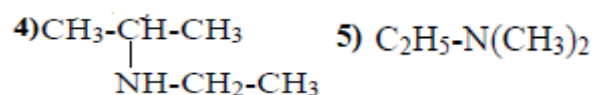
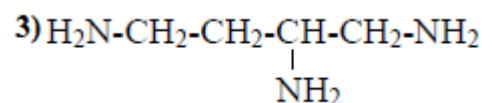
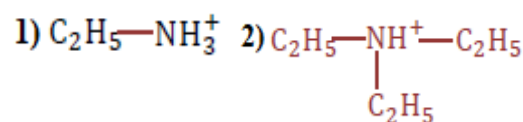
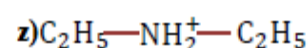
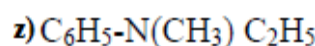
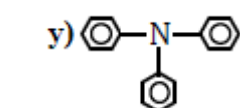
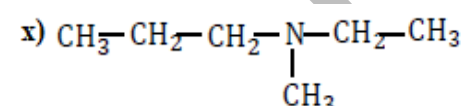
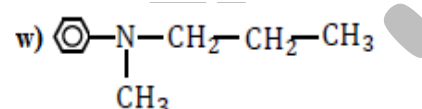
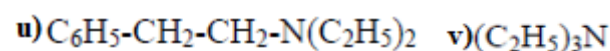
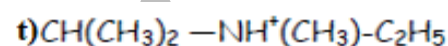
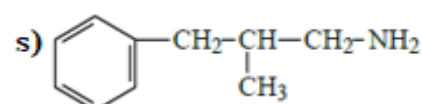
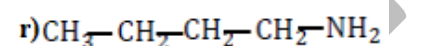
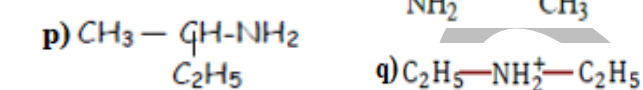
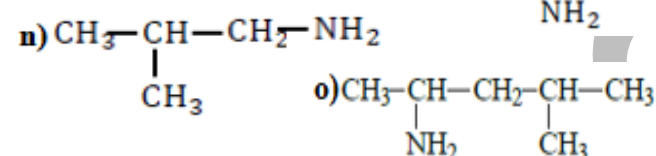
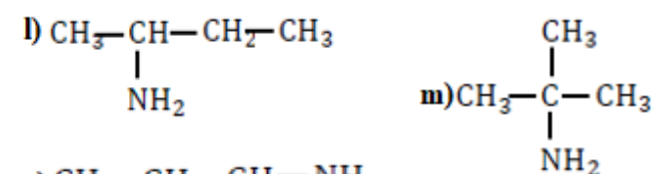
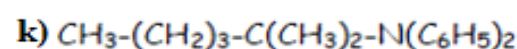
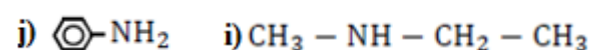
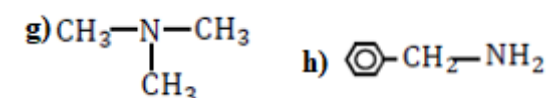
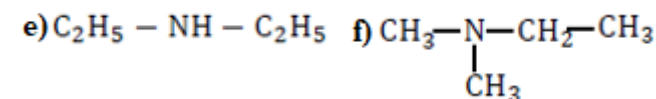
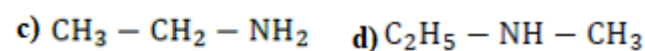
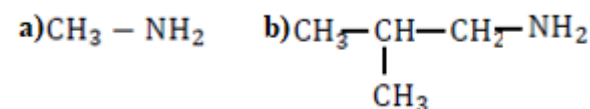
Exercice 3

I. Complète les équations des réactions chimiques suivantes. On écrira les formules semi-développées et on nommera les composés intervenant dans chaque réaction.

- a. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow$
- b. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3 + \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{I} \rightarrow$
- c. Diméthylamine + eau $\rightarrow$

II. Ecris l'action de ces composés suivants sur l'eau :

- a) Ammoniac ;
- b) N-méthylpropan-1-amine ;
- c) N, N-diméthyléthylamine

Exercice 4 : Nomme les amines suivantes

Exercice 5

On considère une monoamine primaire à chaîne carbonée saturée non cyclique.

1. Exprime la formule brute d'une telle amine comportant n atomes de carbone.
Exprime en fonction de n le pourcentage en masse d'azote qu'elle contient.
2. Une masse de 27g d'une telle amine contient 5,22g d'azote. Quelle est sa formule brute ? Ecris les formules semi-développées des isomères possibles des amines primaires et donne leur nom.

Exercice 6

On dissout 1,18g d'une amine aliphatique dans un peu d'eau. On ajoute trois gouttes de rouge de méthyle. On y verse progressivement une solution molaire de chlorure d'hydrogène. La solution prend la couleur de la forme acide de l'indicateur

Tapez une équation ici. quand on a versé 20mL d'acide.

1. Calcule la masse molaire moléculaire de l'amine.
2. Trouve la formule brute de l'amine.
3. Ecris les formules semi-développées possibles de ce corps. Précise le nom et la classe de chaque amine envisagée.
4. Ecris l'équation traduisant l'action de l'amine sur la solution de chlorure d'hydrogène. Calcule la masse de sel obtenu par évaporation de la solution obtenue en fin de dosage.

Exercice 7

L'analyse de 0,59g d'une substance organique renfermant du carbone, de l'hydrogène et de l'azote a donné les résultats suivants : 1,32g de dioxyde de carbone, 0,81g d'eau et 0,17g d'ammoniac.

La densité de vapeur de la substance est $d = 2,03$.

1. Trouve la formule brute du composé.
2. Ecris les formules semi-développées des amines répondant à cette formule.

Exercice 8

1. Quelle est la formule générale C_xH_yN d'une amine aromatique ne comportant qu'un seul cycle ? Exprime x et y en fonction du nombre n d'atomes de carbone qui ne font pas partie du cycle.
2. L'analyse d'une telle amine fournit pour l'azote un pourcentage massique de 13,08.
 - a. Détermine n
 - b. Ecris les formules semi-développées des différents isomères et donne leurs noms.
3. L'un des isomères est une amine secondaire. Quels produits obtient-on lorsqu'on le traite par de l'iodométhane ? On supposera que l'amine de départ est en excès.

Indication : la réaction se poursuit jusqu'à la formation de l'amine tertiaire correspondant.

Exercice 9

L'analyse d'un échantillon d'une amine a fourni les pourcentages en masse suivants : $\%C = 61,02$; $\%H = 15,25$

1.
 - a. Déduis-en la formule brute de cette amine.
 - b. Donne les différentes formules semi-développées possibles et nomme-les.
2. On considère l'amine secondaire A. Ecris l'équation-bilan de la réaction qui accompagne la dissolution de cette amine dans l'eau.
Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence ?
3. On agit l'iodoéthane sur A.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le composé obtenu.
 - b. Quelle propriété des amines cette réaction met-elle en évidence ?

Exercice 10

Pour déterminer la formule brute d'une amine saturée, on soumet à l'analyse 15g de cette amine ; on obtient 2,9g d'azote.

1. Détermine la masse molaire de l'amine et déduis-en sa formule brute.
2. Donne les différentes formules semi-développées possibles te limitant aux amines primaires et tertiaires. Nomme-les et précise leur classe.
3. L'amine en question ne réagit pas avec les chlorures d'acyles. Quel est le nom de cette amine ?
4. Par action de l'iodométhane sur cette amine on obtient un précipité. Ecris l'équation bilan de la réaction et indique la propriété des amines mise en jeu dans cette réaction.

Exercice 11

Pour déterminer la formule brute d'une amine saturée, on dissout 0,59g de l'amine dans un peu d'eau puis on ajoute une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,5mol/L.

1. Ecris l'équation bilan de la réaction entre les solutions d'amine et d'acide chlorhydrique.
2. Calcule la masse molaire moléculaire de l'amine et déduis-en sa formule brute.
3. Ecris les formules semi-développées des amines isomères possibles. Précise leur nom et indique la classe d'amine à laquelle appartient chacune d'elle.

Exercice 12

On soumet à l'analyse élémentaire 0,45g d'un composé organique azoté gazeux. Sa combustion produit 0,88g

de dioxyde de carbone et 0,63g d'eau ; par ailleurs, la destruction d'une même masse en l'absence totale conduit à la formation de 0,17g d'ammoniac NH_3 .

1. Détermine la composition centésimale du composé. Dis s'il contient de l'oxygène.
2. Sachant que, dans les conditions normales de température et de pression, la masse volumique du composé est voisine de 2g/L.
 - a. Calcule une valeur approchée de sa masse molaire.
 - b. Détermine sa formule brute.
 3.
 - a. Dis à quelle famille de composé il appartient.
 - b. Donne tous les isomères possibles.
 - c. Cite et explique les principales propriétés chimiques de cette famille.

Exercice 13

L'analyse d'un échantillon de 2,95g d'une amine aliphatique à chaîne carbonée saturée a révélé qu'elle referme 0,7g d'azote.

1. Détermine le pourcentage massique en azote de l'amine.
2. Détermine la formule brute de l'amine.
3. Écris les formules semi-développées possibles et nomme-les, en précisant leurs classes.
4. Sachant que l'amine est secondaire, quelle est sa formule semi-développée.

Exercice 14

On dissout 7,5g d'une amine aliphatique A dans de l'eau pure de façon à obtenir un litre de solution. On dose un volume $V_1 = 40$ mL de cette solution par de l'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 0,2\text{mol.L}^{-1}$. Le virage de l'indicateur coloré se produit quand on a versé un volume $V_2 = 20,5$ mL d'acide.

1. Détermine la concentration molaire C_1 de la solution d'amine. En déduire la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.
2. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A? Nomme-les.
3. On sait par ailleurs que la molécule de l'amine A est chirale. Ecris sa formule semi-développée.

Exercice 15

On considère un composé A essentiellement formé de carbone, d'hydrogène et d'azote de formule brute $C_xH_yN_z$

La combustion d'une masse $m = 0,250$ g de A donne une masse $m' = 0,559$ g de dioxyde de carbone.

La destruction d'une même masse $m = 0,250$ g de A libère un volume $V = 95$ cm³ d'ammoniac ; volume mesuré dans les conditions normales.

Par ailleurs la densité de vapeur de A est voisine de 2,03.

- 1) Détermine la composition centésimale massique du composé A. En déduis la formule brute de A et montre que A est une amine aliphatique.
- 2) Écris les différents formules semi-développées et noms de A en précisant leur classe.
- 3) Identifie le composé A sachant qu'il est de classe tertiaire.

Écris l'équation-bilan de la réaction de A sur l'iodométhane. Donne le nom du produit obtenu et précise le caractère des amines mis en évidence

Exercice 16

On soumet à l'analyse 0,45 g d'un composé organique azoté et l'on trouve les résultats suivants : 0,63 g de vapeur d'eau ; 0,88g de dioxyde de carbone et 0,14 g de diazote.

- 1) En représentant le composé par la formule $C_xH_yN_z$, écris l'équation de sa combustion.
- 2) Pour déterminer la masse molaire M du composé, on mesure la masse de 1 litre de ce composé à l'état gazeux et dans les conditions normales de température et de pression, on trouve une valeur très proche de 2 g. Déduis-en la valeur de M.
- 3) Détermine les nombres x, y, z, puis déduis la formule brute du composé.
- 4) Sachant qu'il s'agit d'une amine, détermine les formules semi-développées possibles.

Exercice 17

1. Quelles sont les amines répondant à la formule brute $C_4H_{11}N$? Ecris leurs formules semi-développées et donne leur nom et leur classe.
2. Quelles sont les amines chirales ?
3. On traite les amines chirales par un excès d'iodoéthane en présence d'une autre base. Quelles sont les différents corps susceptibles de se former dans ces conditions.

ACIDES CARBOXYLIQUES

Exercice 1 : Nomenclature et préparation de dérivées d'acides carboxyliques

Indique pour chacune des réactions suivantes le nom et la formule semi-développées des composés représentés par les lettres A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L et M.

- Chlorure de propanoyle + A $\rightarrow$ propanoate de méthyle + B
- Ethanoate de propyle + D $\rightarrow$ éthanoate de sodium + propan-1-ol
- Acide benzoïque + $SOCl_2 \rightarrow SO_2 + HCl + C$
- Acide éthanoïque + Chlorure d'éthanoyle $\rightarrow E + HCl$
- Chlorure d'éthanoyle + N-méthyléthylamine $\rightarrow F + G$
- Anhydride éthanoïque + aniline $\rightarrow H + I$
- Chlorure d'éthanoyle + éthanoate de sodium $\rightarrow (Na^+; Cl^-) + J$
- Anhydride éthanoïque + méthanal $\rightarrow$ acide éthanoïque + K
- Acide 2-méthylpropanoïque + $PCl_5 \rightarrow L + POCl_3 + HCl$
- Acide éthanoïque + $P_2O_5 \rightarrow M + 2HPO_3$

Exercice 2

Un composé organique A de formule brute $C_xH_yO_z$ contient en masse 66,67 % de carbone, 11,11 % d'hydrogène et 22,22 % d'oxygène.

- Quelle est sa formule brute ?
- La chaîne carbonée est saturée, non cyclique et linéaire. Déduis-en les formules semi-développées possibles et leur nom.
- Sachant qu'une solution de A donne un test positif avec la 2,4-DNPH et réagit avec une solution de dichromate de potassium acidifiée, donne la fonction chimique de A.
- Cite deux autres réactifs permettant de préciser la fonction de A après le test à la DNPH.
- Quel produit B, A donne-t-il avec une solution de dichromate de potassium acidifiée ?
- On fait réagir B sur du chlorure de thionyle ($SOCl_2$).
 - Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - Donne le nom du composé organique C obtenu.
- On fait réagir de l'éthanol sur B puis sur C.

- Nomme et écris les équations bilans des réactions correspondantes.
Précise leurs caractéristiques respectives
- Quel est le nom du composé organique D obtenu dans les deux cas ?

Exercice 3

L'hydrolyse d'un ester E de formule $C_5H_{10}O_2$ conduit à la formation de l'acide éthanoïque et d'un composé A.

- A quelle famille appartient le composé A ?
- Le composé A est oxydé par le permanganate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé B. B réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) et il est sans action sur la liqueur Fehling.
 - A quelle famille appartient le composé B ?
 - Donne les formules semi-développées et les noms des composés B et A.
- Donne la formule semi-développée et le nom de l'ester E.
- Ecris l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse de l'ester E.
Donne les caractéristiques de cette réaction.
- Ecris une équation-bilan de la réaction permettant de passer de l'acide éthanoïque.
 - Au chlorure d'éthanoyle ;
 - A l'anhydride éthanoïque.

Exercice 4

Soit un ester A de formule $C_5H_{10}O_2$. On donne les équations des réactions suivantes :

- $X + CH_3-CHOH-CH_3 \rightarrow A + Y$ (X est un anhydride symétrique)
 - $Y + PCl_5 \rightarrow Z + POCl_3 + HCl$
 - $Y + CH_3-NH-CH_3 \rightarrow W + H_2O$
- Donne les formules semi développées et les noms des composés X, Y, A, Z et W.

Exercice 5

On fait réagir du dichlore sur le propane (C_3H_8). Au cours de la réaction il apparait deux isomères monosubstitués de formule (C_3H_7Cl)

- Ecris les formules semi développées de ces deux isomères.
- On sépare par une technique appropriée l'isomère le plus abondant noté B₁. B₁ réagit avec la soude (NaOH) par substitution d'un groupe OH à l'atome de chlore : on obtient du chlorure de sodium et un alcool B₂. Par oxydation ménagée B₂ donne un composé B₃ qui réagit avec le réactif de Schiff.

Ecris les formules semi développées des composés B_1 , B_2 , B_3 en justifiant le choix des formules retenues.

3. L'oxydation de B_3 donne un acide carboxylique B_4 . On fait réagir B_4 sur l'ammoniac (NH_3) et la déshydratation du composé obtenu donne une amide B_5 . Quelles sont les noms et les formules de B_4 et B_5 .

Exercice 6

Un ester a pour masse molaire 116g/mol. Il peut être préparé à partir de l'éthanol et un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée. Détermine les formules et les noms de l'ester et de l'acide carboxylique. Y a-t-il plusieurs réponses possibles ?

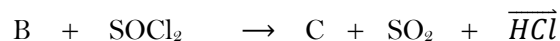
Exercice 7

1. Soit un acide carboxylique A à chaîne carbonée saturée notée $R-COOH$. Donne la formule générale de cet acide en désignant par n le nombre d'atomes de carbone contenu dans R.
2. Soit un alcool B de formule CH_4O . Donne la formule développée de cet alcool en précisant son nom et sa classe.
3. On fait réagir A sur B. Quel est le nom de cette réaction, écris son équation-bilan. La masse molaire du produit formé est 88g/mol, déduis-en la formule exacte de A ainsi que son nom.
4. Comment peut-on obtenir le chlorure d'acyle de A. Précise la formule sa développée. On le fait réagir sur B. Compare cette réaction à celle de A sur B.
5. On veut préparer 8,8g d'ester par action du chlorure d'acyle de A sur B. Quelle masse de l'alcool B faut-il utiliser ? En supposant que le chlorure d'hydrogène se dégage totalement, détermine son volume sachant que le volume molaire dans les conditions expérimentales est $V_M = 24L/mol$.

Exercice 8

- A. L'hydrolyse d'un ester E produit deux corps A et B.
 1. La combustion complète de 1mol de A de formule $C_xH_yO_z$ nécessite 6moles de O_2 et produit 90g d'eau et 170g de CO_2 .
 - a. Ecris l'équation bilan de la combustion.
 - b. Détermine la formule brute de A.
 - c. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A.
 2. L'oxydation ménagée de A conduit à un corps A' qui ne réagit pas avec le nitrate d'argent ammoniacal.

- a. Quelle est la fonction chimique de A' sachant que sa molécule ne contient pas de groupement carboxyle ?
 - b. Déduis-en les formules semi-développées et les noms de A et A'.
- B.** Le corps B réagit avec le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) suivant la réaction :



L'action de C sur la méthylamine produit de la N-méthyléthylamide.

- C.** En présence de d'un déshydratant comme le P_4O_{10} : $B + B' \rightarrow D + H_2O$.

Indique les noms et formules semi-développées de B, C, D et E. Comment appelle-t-on la réaction entre l'ester E et une solution de potasse ($K^+ + OH^-$) ? Ecris l'équation-bilan de la réaction et nomme le produit obtenu.

Exercice 9

1. L'acide propanoïque B réagit avec un alcool C pour donner un corps odorant D de masse molaire $M = 102 \text{ g.mol}^{-1}$ et de l'eau. Ecris l'équation bilan de cette réaction. Quels sont les noms et les formules semi-développées de C et de D ?
2. On fait réagir B sur le pentachlorure de phosphore. On obtient un dérivé E. Quelle est sa formule semi-développée ? Quel est son nom ?
3. Ecris l'équation bilan de la réaction entre E et C au cours de laquelle se forme D et un autre corps. Compare cette réaction avec celle étudiée au 1).
4. Parmi les corps B, C, D et E, quels sont ceux qui sont susceptibles de former une amide en réagissant avec l'ammoniac. Donne le nom et la formule semi-développée de l'amide.

Exercice 10

Un alcool saturé contient en masse 64,85 % de carbone et 13,50 % d'hydrogène.

1. Détermine sa formule brute et trouve les formules semi-développées possibles.
2. Par action du dichromate de potassium en milieu acide, A donne un composé B capable de réagir avec la liqueur de Fehling puis un autre composé organique C possédant une chaîne ramifiée. Identifie A, B et C.
3. On fait agir le chlorure de thionyle sur. On obtient entre autre un composé D. Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le composé D.
4. On fait réagir D avec l'ammoniac. Détermine la formule semi-développée et le nom du composé obtenu.

Exercice 11

On désigne par A un acide carboxylique à chaîne saturée. En estérifiant cet acide par de l'éthanol, on obtient un composé organique B de masse molaire $M = 102 \text{ g/mol}$.

1. Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'éthanol l'acide carboxylique à chaîne saturée.
2. Détermine les formules semi-développées de A et B et nomme-les.
3. Par chauffage de A en présence d'un déshydratant, on obtient un composé C. Ecris la formule semi-développée de C et donne son nom.

Exercice 12 :**Décarboxylation d'un acide carboxylique – préparation de dérivés d'acide carboxylique**

On considère une solution A d'acide 2-méthylbutanoïque.

1. Donne la formule semi-développée de cet acide. Par décarboxylation en présence de d'alumine, on obtient un produit B qui donne une réaction de précipitation avec la DNPH et ne réagit pas avec le réactif de Schiff. Donne la formule semi-développée et le nom de B.
2. Sur la solution A, on fait agir une solution de chlorure de thionyle et on obtient, entre autre, un produit organique C. Donne la formule semi-développée de C en mettant en exergue son groupement fonctionnel. Quel est le nom de la fonction chimique mise en évidence ? Donne le nom de C. (L'écriture de l'équation de la réaction chimique n'est pas demandée)
3. Lorsqu'on fait agir une solution de C sur du méthanol, on obtient entre autre, un composé organique D.
 - a. Ecris l'équation chimique correspondante, donne la formule semi-développée de D et précise le nom de sa fonction chimique.
 - b. Compare cette réaction à celle de A sur le méthanol et conclus.

Exercice 13 : Synthèse d'une amide

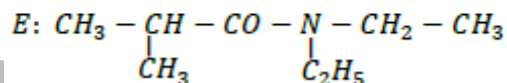
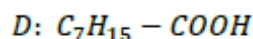
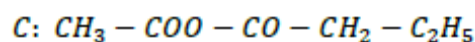
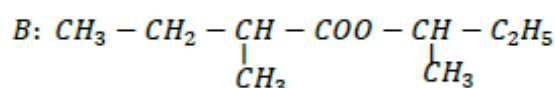
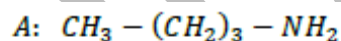
On souhaite préparer un composé organique, la propanamide en utilisant comme produit de départ le propan-1-ol. La propanamide sera par la suite appelée composé A et le propan-1-ol composé B.

1. Donne la formule semi-développée des deux composés A et B. A quelles familles appartiennent-ils ?
2. Plusieurs étapes sont nécessaires afin de réaliser la synthèse de A.
 - a. Tout d'abord, on réalise l'oxydation ménagée du composé B en le faisant réagir avec un excès de

dichromate de potassium acidifié. Donne la formule semi-développée du composé C non réducteur obtenu à l'issue de cette réaction. Indique son nom et sa famille.

- b. On fait ensuite réagir le composé C avec l'ammoniac. Un composé D intermédiaire entre C et A est alors obtenu. Indique le nom de D. Ecris l'équation bilan correspondante. De quel type de réaction s'agit-il ?
- c. Enfin, la déshydratation du composé D conduit à la formation du composé A. Ecris l'équation bilan de cette réaction.

Dans la pratique, il est possible de d'utiliser, à la place du composé C, un dérivé E de ce dernier. E est obtenu par action du pentachlorure de phosphore (PCl_5) ou du chlorure de thionyle (SOCl_2) sur C. Donne la formule semi-développée et le nom de E.

Exercice 14

1. On considère les composés organiques suivants : Donne la nature et le nom de chacun de ces composés.
2. L'action de D sur le glycérol donne un corps gras F, appelé capryline.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b. Quels sont le nom et les caractéristiques de cette réaction.
3. On souhaite fabriquer du savon à partir de capryline et d'hydroxyde de sodium de volume $V = 2,0 \text{ L}$
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b. Quel est le nom et quels sont les caractéristiques de cette réaction.
4.
 - a. Quelle est la masse de capryline nécessaire pour réagir complètement avec 600 g de soude, la réaction étant totale. Déduis-en la concentration molaire de la soude.
 - b. Déduis-en la masse du savon obtenue.

Données : $M(\text{capryline}) = 470 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$

Exercice 15

1. On fait agir de l'acide carboxylique A, de formule brute $C_nH_{2n}O_2$ sur un composé D (propan-2-ol) en présence de catalyseurs adéquats.
 - a. On obtient un composé d'oxygéné E et de l'eau. Donne le nom de la réaction produite entre l'acide carboxylique et l'alcool.
 - b. Donne les caractéristiques de cette réaction.
 - c. Ecris la formule semi-développée du groupe fonctionnel de E.
2. La masse de 0,5 mole de cet acide carboxylique est de 30 g.
 - a. Détermine la valeur de l'entier naturel n.
 - b. Donne les formules semi-développées et les noms des produits A et E.
 - c. Ecris l'équation-bilan de la réaction entre A et D.
3. L'action de 12g de A sur le chlorure de thionyle conduit à un composé organique F, qui réagit totalement avec la méthylamine pour donner un composé organique G.
 - a. Ecris les équations bilans des réactions de passage de A en F puis de F en G. Déduis-en les formules semi développées et les noms de F et G.
 - b. Calcule la masse du composé G obtenu pour
 - un rendement $\eta = 100\%$
 - un rendement $\eta = 95\%$

Exercice 16

Un mono alcool saturé A a une densité de vapeur $d = 3,03$.

1. Détermine toutes les isomères possibles de A et donne leurs noms.
2. L'oxydation ménagée de A par une solution de dichromate de potassium acidifiée conduit à un composé B qui réagit avec la 2,4 DNPH.
 - a. Quelle peut être la fonction du composé B ?
 - b. Ecrire l'équation-bilan d'oxydo-réduction qui a lieu.
3. On laisse réagir dans une étuve, un mélange de 0,5 mol de l'alcool A et 2,0 mol d'acide éthanóique. Au bout d'une journée, n'évoluant plus, la composition du mélange contient alors 1,6 mol d'acide éthanóique.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction correspondante. (On utilisera leurs formules générales).
 - b. Donne le nom et les caractéristiques de cette réaction.
 - c. Calcule la masse d'ester E formé ainsi que le taux d'alcool estérifié.

4. Sachant que A est un alcool secondaire à chaîne ramifiée et dont la molécule possède un carbone asymétrique.
 - a. Identifie A et donner la formule semi développée et le nom de l'ester E.
 - b. Représente en perspective ses deux énantiomères de A.
5. L'action de l'acide éthanóique sur le chlorure de thionyle donne un composé C.
 - a. Ecris l'équation bilan de cette réaction et nomme C.

Montre que l'ester E peut aussi s'obtenir à partir de C et A. Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le composé E.

Exercice 17

1. L'oxydation ménagée d'un composé de formule semi développée $CH_3 - (CH_2)_{16} - CH_2 - OH$ par un excès de solution de permanganate de potassium donne un composé A. Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme le composé A.
2. L'action de A sur le glycérol donne un composé B de masse volumique $\mu = 0,88g/cm^3$. On obtient un volume $V_B = 90mL$ à partir d'une quantité $n = 0,12mol$ de glycérol.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction. Quels sont le nom et les caractéristiques de cette réaction.
 - b. Calcule le rendement de cette réaction.
3. On fait agir 45kg de B à chaud en présence d'excès de soude.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b. Quel est le nom et quels sont les caractéristiques de cette réaction.
 - c. Après filtration le rendement n'est que 80%, il se forme alors un solide appelé savon. Calculer alors la masse du savon ainsi produite.

Exercice 18

1. Une amine saturée A contient 31,2 % en masse d'azote.
 - a. Détermine la formule brute générale des amines saturées non cycliques en fonction de n, le nombre d'atomes de carbone.
 - b. Détermine alors la formule brute de cette amine.
 - c. Ecris toutes les formules semi développées de A.
2. On fait réagir du chlorure d'éthanóyle sur l'isomère A1 (Amine primaire).
 - a. Ecris l'équation-bilan correspondant à cette réaction.
 - b. Donne la fonction chimique et le nom du composé obtenu.

3. Le 2-bromobutane réagit avec l'isomère A2 (amine secondaire), on effectue une seule réaction d'HOFFMAN qui donne une amine A3.
- a. Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
- b. Donner le nom, la formule semi-développée et la classe de l'amine A3.
- c. Indique la propriété des amines mise en jeu.
- d. L'amine A3 obtenue est-elle chirale ? Justifie la réponse.

Si oui, représente le couple d'énantiomères.

Exercice 19 Bac 2014 TSExp

Un mono alcool saturé A, a une densité de vapeur $d = 2,55$. On verse un échantillon de cet alcool en excès dans un bécher contenant une solution acide de dichromate de potassium et on observe que le mélange réactionnel passe de la couleur orange à la couleur verte. Le composé B de l'oxydation de A donne un test positif avec la 2,4-DNPH ainsi qu'avec la liqueur de Fehling.

1.
 - a. Donne la fonction chimique du composé B.
 - b. Trouve la formule brute de A.
 - c. Donne la classe, la formule semi-développée et le nom de A sachant que sa molécule contient deux groupes méthyle.
 - d. La molécule de A est-elle optiquement active ?
 - e. Donne la formule semi-développée et le nom de B.
2. Lorsqu'on verse une solution acide de dichromate de potassium en excès sur A, on obtient le composé C. L'action du chlorure de thionyle $SOCl_2$ sur C donne le composé D. D agit sur une monoamine saturée non cyclique comportant 31,1% d'azote pour donner le produit E.
 - a. Ecris les formules semi-développées possibles de l'amine. Nomme-les.
 - b. L'amine utilisée est celle de la classe la plus élevée. Identifie-la.
 - c. Trouve les formules semi-développées et les noms des corps C, D et E.

EXERCICE 20

On dispose de cinq flacons contenant chacun l'un des cinq composés organiques dont les molécules sont

données ci-dessous : a) $CH_3 - COOH$;
 b) $CH_3 - CH_2 - CO - CH_3$; c) $C_2H_5 - CHO - CH_3$
 d) $CH_3 - CH_2 - CHO$; e) $C_2H_5 - C(CH_3)_2OH$

1. Nomme les corps a, b, c, d, e et précise la fonction organique qui les caractérise
2. On réalise sur trois des flacons (voir tableau), une série d'expériences qui se révèlent soit positives (existence d'une réaction caractéristique), soit négatives (absence de réaction caractéristique)

En justifiant brièvement votre réponse, identifie les composés organiques appartenant à ces trois flacons.

Flacons \ Réactifs	$Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	2,4 -DNPH
Flacon 1	négative	positive
Flacon 2	négative	négative
Flacon 3	positive	positive
Flacons \ Réactifs	La liqueur de Fehling	Le chlorure d'éthanoyle
Flacon 1	négative	négative
Flacon 2	négative	positive
Flacon 3	positive	négative

3.
 - a. Qu'appelle-t-on une molécule chirale ? Quelle propriété physique particulière possède une substance chirale ?
 - b. Parmi les cinq composés organiques représentés, quels sont ceux qui présentent une chiralité ? Justifie ton choix.
 - c. Donne une représentation spatiale de chacun des énantiomères.

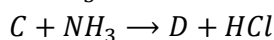
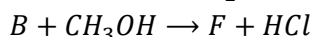
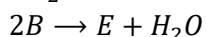
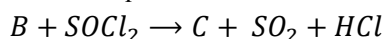
EXERCICE 21 Bac 2014 TSExp

Un mono alcool saturé A, a une densité de vapeur $d = 2,55$. On verse un échantillon de cet alcool en excès dans un bécher contenant une solution acide de dichromate de potassium et on observe que le mélange réactionnel passe de la couleur orange à la couleur verte. Le composé B de l'oxydation de A donne un test positif avec la 2,4-DNPH ainsi qu'avec la liqueur de Fehling.

1.
 - a. Donne la fonction chimique du composé B.
 - b. Trouve la formule brute de A.
 - c. Donne la classe, la formule semi-développée et le nom de A sachant que sa molécule contient deux groupes méthyle.
 - d. La molécule de A est-elle optiquement active ?
 - e. Donne la formule semi-développée et le nom de B.
2. Lorsqu'on verse une solution acide de dichromate de potassium en excès sur A, on obtient le composé C. L'action du chlorure de thionyle $SOCl_2$ sur C donne le composé D. D agit sur une monoamine saturée non cyclique comportant 31,1% d'azote pour donner le produit E.
 - a. Ecris les formules semi-développées possibles de l'amine. Nomme-les.
 - b. L'amine utilisée est celle de la classe la plus élevée. Identifie-la.
 - c. Trouve les formules semi-développées et les noms des corps C, D et E.

Exercice 22 Bac STI 2014

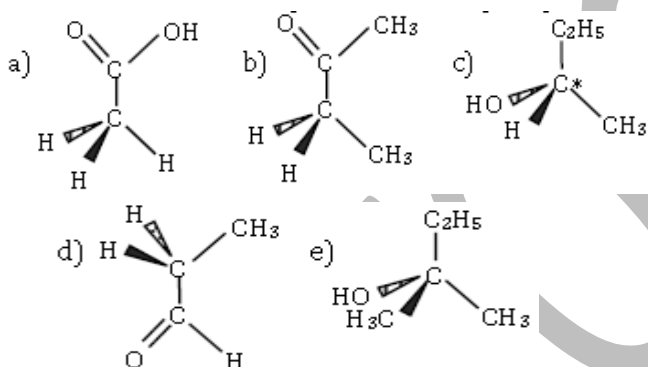
- Un mono alcool linéaire A de formule $C_nH_{2n+2}O$ contient en masse 21,62% en gramme d'oxygène. Quelle est sa formule brute ? Donne sa formule semi-développée et son nom s'il est primaire.
- On oxyde A par du dichromate de potassium en milieu acide dilué. Sachant que l'oxydant est en excès, écris les deux demi-réactions d'oxydo-réduction et l'équation bilan de la réaction d'oxydation. Donne le nom du produit d'oxydation B.
- Etant données les équations :



Donne les formules semi-développées, les noms et les fonctions des corps C, E, D et F.

Exercice 24

On dispose de cinq flacons contenant, chacun, l'un des cinq composés organiques dont les molécules sont représentées en perspective ci-dessous :



- Nomme les corps a), b), c), d), e) et précise la fonction organique qui les caractérise.
- On réalise sur trois des flacons une série d'expériences qui se révèlent soit positives (existence d'une réaction caractéristique), soit négatives (absence de réaction caractéristique). En justifiant brièvement votre réponse, identifie les composés organiques appartenant à ces trois flacons.

Réaction avec	l'ion $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH)	la liqueur de Fehling	le chlorure d'éthanoyle
Flacon N°1	négative	positive	négative	négative
Flacon N°2	négative	négative	négative	positive
Flacon N°1	positive	positive	positive	négative

- Qu'appelle-t-on une molécule chirale ? Quelle propriété physique particulière possède une substance chirale ?
- Parmi les cinq composés organiques représentés, quels sont ceux qui présentent une chiralité ? Justifie votre choix.
- Donne une représentation spatiale de chacun des énantiomères.
- Le composé a) et c) réagissent entre eux. Ecris le bilan réactionnel en nommant la fonction du composé organique obtenu.

Exercice 25 (mariko)

L'hydrolyse d'un ester donne deux composés organiques A et B. Le composé A est oxydé en présence d'un excès d'ion dichromate donnant un composé C. On atteint 0,37g de C que l'on fait dissoudre dans l'eau distillée.

Par dosage de la solution obtenue avec une solution de potasse (KOH) de concentration 0,2mol par litre, on obtient l'équivalence lorsqu'on verse $25cm^3$ de la solution de potasse.

Le composé E comporte en masse 62,02% de carbone.

- Détermine la formule brute de E ainsi que celle de A et B.
- Détermine A, B, C et E.
- On fait réagir sue E 4kg de soude. Détermine la masse du produit industriel obtenu si la réaction a pour rendement 92%.

Exercice 23 BAC SBT 2013 & 2017

- Un chlorure d'acide répond à la composition centésimale suivante :
 $\%C = 45,1$; $\%H = 6,6$; $\%O = 15,0$
 - Vérifie que la formule brute du composé C est C_4H_7OCl
 - Le composé C peut-être obtenu à partir d'un acide carboxylique B. Avec quel corps peut-on faire réagir B pour obtenir C.
 - Donne la formule brute de l'acide carboxylique B. Quelles sont les formules développées possibles
- L'alcool A, a été lui-même obtenu par hydratation d'un alcène. Lors de cette hydratation un autre alcool A' isomère de A, se forme. L'alcool A' est tertiaire.
 - Ecris la formule semi développée de chacun des trois alcènes suivants : but-1-ène; but-2-ène, méthyl propène.
 - Lequel, des trois alcènes précédents donne un alcool tertiaire par hydratation?
 - Déduis-en la formule semi développée des alcools A' et A (ainsi que celles des composés B et C).

3.

LES ACIDES α -AMINES

Exercice 1

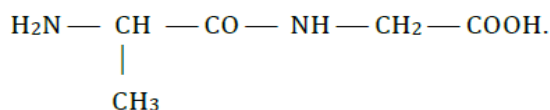
On considère deux acides α -aminés : la glycine et l'alanine

- Donne le nom de ces acides en nomenclature systématique ; justifie les termes « acides α », « aminés ».
- La molécule d'alanine est-elle chirale ? (Justifie ta réponse). Si oui, représente les deux énantiomères.
- On veut faire la synthèse du dipeptide noté Gly-Ala.
 - Ecris l'équation-bilan correspondant ? Indique, en l'entourant, la liaison peptidique.
 - Quelles sont les fonctions que l'on doit bloquer et celles que l'on doit activer pour fabriquer le dipeptide souhaité ?

Dans le cas où l'on n'oriente pas la synthèse du dipeptide comme indiqué précédemment, combien de dipeptides obtient-on ? On les désignera en employant les termes Gly et Ala.

Exercice 2

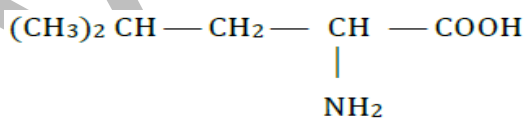
On désire synthétiser le dipeptide P_1 de formule :



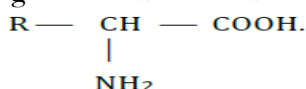
- Quels acides α -aminés faut-il utiliser ?
- Décris le principe de la synthèse de ce dipeptide, si l'on désire obtenir sans ambiguïté celui-ci, à l'exclusion de tout autre.
- Ecris la formule semi-développée du dipeptide P_2 , isomère de constitution de P_1 .

Exercice 3

La leucine est un composé organique de formule semi-développée :



- Précise la nature de ce composé et donne son nom en nomenclature systématique.
- La molécule de la leucine est-elle chirale ? Si Oui, donne et nomme les représentations de Fisher de la leucine.
- On fait réagir la leucine avec un acide α -aminé



On obtient un dipeptide dont la masse molaire est égale à 202g/mol.

- Détermine la formule semi-développée et donne le nom systématique de cet acide α -aminé.

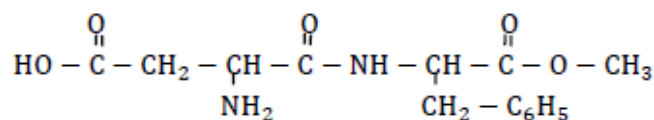
- Précise, en justifiant, le nombre de dipeptides que le mélange des acides, ci-dessous cités, permet d'obtenir (les formules ne sont pas demandées).
- On veut synthétiser uniquement le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide N-terminal. Précise les différentes étapes de cette synthèse et nomme le dipeptide obtenu.

Exercice 4

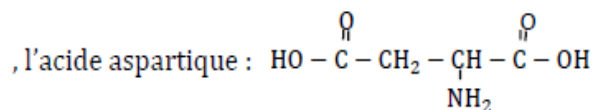
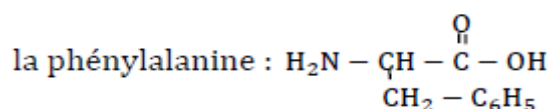
- Un acide α -aminé A a pour formule moléculaire brute $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$.
 - Définit un acide α -aminé et donne la formule générale d'un acide α -aminé.
 - Donne la formule semi-développée de l'acide α -aminé A et son nom sachant que la chaîne carbonée de A n'est pas ramifiée.
 - Pourquoi la molécule de A est-elle chirale ? En utilisant la projection de Fischer, représente :
 - la configuration D de A ;
 - la configuration L de A.
 - Donne est la composition centésimale en masse de l'acide α -aminé ?
- On élimine une molécule de dioxyde de carbone sur une molécule de A ; on obtient alors un produit B
 - Quelle est la fonction chimique du produit B. Ecris l'équation de la réaction.
 - Précise la formule semi-développée plane du produit B obtenu, sa classe et son nom.
 - Existe-t-il d'autres amines ayant la même formule moléculaire brute que B ? Si oui donne pour chacune d'elles, sa formule semi-développée, sa classe et son nom.
- On fait réagir le chlorure d'éthanoyle sur l'amine B.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
 - Quelle est la fonction du corps organique obtenu ? Précise son nom.
 - Cette réaction met en jeu un caractère des amines. De quel caractère s'agit-il ? Quel atome présente ce caractère. Justifie la réponse.

Exercice 5

L'aspartame de formule :



s'hydrolyse pour donner trois espèces chimiques



et le méthanol $\text{CH}_3 - \text{OH}$

La phénylalanine et l'acide aspartique sont des acides α -aminés comportant un carbone asymétrique.

- Recopie la formule générale de chaque acide α -aminé et :
 - Donne son nom en nomenclature systématique.
 - Repère le carbone asymétrique de la molécule.
- Quelle propriété la présence d'un carbone asymétrique implique pour chaque acide α -aminé.
- À partir de la représentation de Fischer, illustre la propriété citée au 3a) pour l'acide aspartique.
- En solution aqueuse, la phénylalanine présente trois formes. Ecris l'équation de la dissolution de la phénylalanine et identifie ces trois formes par leur formule et leur nom.
- On désire préparer le dipeptide dans lequel la liaison intervient entre le groupe carboxyle de l'acide aspartique et le groupe amine de la phénylalanine.
 - Comment procèdes-tu ?
 - Ecris le dipeptide formé.
 - Combien y-a-t-il de carbones asymétriques dans le dipeptide préparé ?

Exercice 6

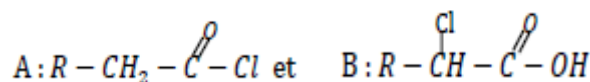
On considère un acide α -aminé A.

- Par décarboxylation A donne une amine B. B possède la composition centésimale massique suivante : %C = 61 ; %H = 15,25.
 - Trouve la formule brute de B et en déduire celle de A.
 - Ecris les formules semi développées possibles de A et nomme-les.
- L'un des isomères de A, noté A₁, est un acide α -aminé chiral.
 - Identifier A₁
 - Indique les trois espèces chimiques dérivées de A₁ qui coexistent en solution aqueuse.
 - Déduis-en les deux couples acide-base présents dans la solution.
- Deux molécules de A₁ peuvent réagir et donner un dipeptide. Ecris l'équation de la réaction et mettre en évidence la liaison peptidique dans le composé obtenu.

- L'isomère A₂ non chiral de A, par chauffage subit une réaction de déshydratation et conduit à un composé C.
 - Donne la formule de C.
 - Ecris l'équation bilan de cette réaction
 - Quel groupement fonctionnel possède-t-il ?

Exercice 7

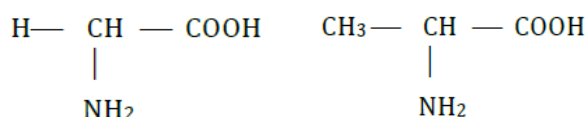
On considère les deux composés organiques suivants :



- L'action du gaz ammoniac (NH_3) sur le composé A conduit à un composé organique E
 - A quelle famille organique appartient E ?
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.
- Dans les conditions expérimentales convenables 3,01g du composé organique B réagit avec un excès d'ammoniac et conduit à 2,62g d'un acide α -aminé F et du chlorure d'hydrogène.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction produite.
 - Exprime la masse molaire de B en fonction de celle de F et montre que la masse molaire de F vaut $131\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
 - Détermine la formule brute de R et écris les formules semi-développées possibles de F sachant que le groupe alkyle R porte une seule ramification. Donne leur nom en nomenclature officielle.
- Identifie F sachant que sa molécule possède un seul carbone asymétrique.
 - Ecris les formules des trois formes de F présentes en solution aqueuse.
 - Ecris les formules semi-développées des composés A et B.
- On considère un dipeptide obtenu par condensation d'une molécule de F et un autre acide α -aminé C. Sachant que le dipeptide a une masse molaire $M = 202\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
 - Détermine la formule semi-développée de C et donne son nom en nomenclature officielle.
 - La molécule C est chirale. Justifie cette affirmation. Représente les deux énantiomères à l'aide de la représentation de Fischer.

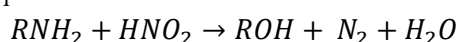
Exercice 8

La condensation d'une molécule d'alanine et d'une molécule de glycine de formules semi-développées respectives et conduit à un dipeptide. Deux réactions sont possibles.



1. Ecris les équations de ces deux réactions possibles en donnant les formules semi-développées des deux dipeptides que l'on peut obtenir.
2. Soit A l'un des deux dipeptides. Des deux formules trouvées au 1., on cherche celle qui correspond au composé A. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

- a. On traite A par de l'acide nitreux HNO_2 , sachant que l'acide nitreux réagit sur un groupe amine primaire suivant la réaction :



Tout se passe donc comme si le groupe NH_2 était remplacé par le groupe OH .

Ecris les formules possibles pour le composé organique C obtenu par cette réaction.

- b. Si on hydrolyse ce composé C, on obtient entre autre de l'acide glycolique $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. Donne l'équation de la réaction d'hydrolyse et déduis-en parmi les deux formules trouvées au a) celle qui correspond au composé C. (On rappelle que l'hydrolyse permet la « coupure » de la liaison peptidique entre les atomes de carbone et d'azote).
- c. Détermine la formule semi-développée du dipeptide A.

Exercice 9

La leucine et l'isoleucine sont deux acides α -aminés de même formule : $\text{R} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ dont les groupes alkyles diffèrent.

Le groupe alkyle de la leucine est noté R_L et celui de l'isoleucine R_I .

1. La masse molaire des deux acides α -aminés est $\text{M} = 131 \text{ g/mol}$. Déduis-en la formule brute du groupe alkyle.
2.
 - a. Les groupes R_L et R_I possèdent chacun une seule ramification. La leucine possède un carbone asymétrique et l'isoleucine en comporte deux. Ecris la formule développée de chacun des deux acides α -aminés.
 - b. Donne la représentation de Fisher des deux énantiomères de la leucine (pour ne pas alourdir l'écriture on symbolisera, dans cette question et les suivantes, les groupes alkyles R_L et R_I). Précise quel est l'isomère L et l'isomère D.

3. Montre que la réaction de condensation de la leucine sur l'isoleucine conduit formellement à deux dipeptides P_1 et P_2 . (On ne tiendra pas compte de l'isomérisation optique ni de dans cette question ni dans les suivantes...).
4.
 - a. En fait, la réalisation expérimentale de la réaction entre la leucine et l'isoleucine conduit à quatre dipeptides. Pourquoi ?
 - b. On désire synthétiser un des dipeptides P_1 et P_2 . Indique succinctement quels sont les moyens expérimentaux qui permettent de n'obtenir que P_1 et P_2 .

Exercice 10

On considère un dipeptide obtenu par condensation d'une molécule de glycine et d'une molécule de glycine et d'une molécule d'un autre acide α -aminé A. La molécule de A ne comporte que des atomes C, O, H et N et possède un seul atome de carbone asymétrique.

1. Le dipeptide a une masse molaire qui vaut $\text{M} = 146 \text{ g/mol}$.
 - a. Détermine les formules semi-développées possibles du dipeptide, donne la formule de A et son nom dans la nomenclature officielle. (Envisage les deux isomères)
 - b. Représente les deux énantiomères de A à l'aide de la représentation de Fisher.
2. On désire obtenir uniquement le dipeptide P_1 dans lequel la glycine est l'acide aminé N-terminal.
 - a. Dis comment on doit procéder. Décrit schématiquement les grandes étapes de la synthèse. Dis de quelle façon on peut activer la fonction acide carboxylique. Dis quel est l'intérêt de cette activation.
 - b. Combien d'atomes de carbone asymétrique possède le dipeptide P_1 . Représente-les par un astérisque sur la formule de P_1 .
3. Si la synthèse de P_1 est réalisée à partir de la glycine et d'un mélange racémique de A, combien de stéréo-isomères de P_1 obtiendra-t-on ?

Exercice 11

La valine est un acide α -aminé dont la formule développée peut s'écrire : $\text{R} - \text{CHNH}_2 - \text{CO}_2\text{H}$

1. On effectue une décarboxylation et il se forme, entre autre, un composé organique B. Ecris l'équation bilan de la réaction et préciser la fonction ainsi que la classe de B.
2. On dissout $m = 131 \text{ mg}$ de B dans très peu d'eau. Ecris l'équation de la réaction entre B et l'eau et précise les couples acido-basiques en présence.

- La solution obtenue est neutralisée par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$. L'équivalence est atteinte pour un volume $V_A = 12 \text{ mL}$. Calcule le nombre de moles de B (n_B) ayant réagi et déduis-en la masse molaire M_B de B, sa formule brute et les formules semi-développées possibles.
- Donne la formule brute de la valine et précise les formules semi-développées correspondantes. Sachant que le radical alkyle de la valine est ramifié, déduis la formule semi-développée de la valine et donne son nom systématique.

Exercice 12

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 CO_2 et 0,66g d'eau. Le volume d'azote recueilli dans les conditions normales par la même masse est $74,7 \text{ cm}^3$.

- Donne la composition centésimale du composé.
- Détermine sa brute sachant qu'elle ne contient qu'un seul atome d'azote par molécule.
- Quelles sont ses formules semi-développées possibles sachant que ce composé est un acide α -aminé. Donner leur nom en nomenclature officielle.
- La chaîne carbonée de A est ramifiée et l'atome porteur des deux groupes fonctionnels porte également un groupe méthyle. Ecris l'équation-bilan de la réaction de condensation de A et de l'un des isomères. Mettre en évidence la liaison obtenue et donner son nom. Comment appelle-t-on le produit obtenu de la condensation ?
- Ecris l'équation-bilan de la réaction d'une solution de A sur une solution de KOH d'une part et sur une solution aqueuse de HNO_3 d'autre part.

Exercice 13

On dispose de trois molécules :

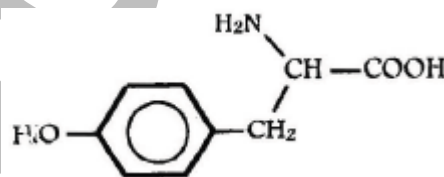
- Glycine ou Acide amino éthanique.
 - Valine ou Acide 2 - amino 3 - méthyl butanoïque.
 - Leucine ou Acide 2-amino 4 -méthylpentanoïque.
- Donner la formule semi-développée de chaque molécule.
 - Pour chaque molécule, donne la FSD de l'Amphion, du cation et de l'anion.
 - On voudrait fabriquer le polypeptide suivant : $\text{H} - \text{Val} - \text{Gly} - \text{Leu} - \text{OH}$. Explique les différentes étapes de la synthèse.

Exercice 13

La tyrosine est l'un des composés organiques participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la mélanine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété.

Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_t$ et d'étudier quelques-unes de ses propriétés chimiques.

- La combustion de 648mg de tyrosine donne 1,42g de dioxyde de carbone et 354mg d'eau. On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone. A partir des résultats de cette combustion, calcule les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. Déduis-en la formule brute de la tyrosine sachant que sa molécule contient un seul atome d'azote et que sa masse molaire est de 181g/mol.
- La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-contre :



Recopie la formule et encadre le groupe fonctionnel caractéristique des acides α -aminés présents dans la molécule de tyrosine.

- Dans la suite on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée $\text{R} - \text{CH}_2 - \text{CHNH}_2 - \text{COOH}$ et on suppose que le groupe groupement R ne participe à aucune réaction.
 - Montre que la molécule de tyrosine est chirale puis donne les représentations de Fisher des configurations L et D de la tyrosine.
 - En solution aqueuse, la tyrosine existe sous forme d'un amphion. Ecris la formule semi-développée de l'Amphion et indique les couples acide/base qui lui correspondent.
 - On désire synthétiser un dipeptide à partir de la tyrosine et de l'alanine de formule $\text{CH}_3 - \text{CHNH}_2 - \text{COOH}$.
 - Indique le nombre de dipeptides qu'on peut théoriquement obtenir à partir d'un mélange de tyrosine et d'alanine.

- Indique les différentes étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal

Exercice 14

Les protéines participent au fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques d'importance capitale. Ce sont des macromolécules de natures diverses ; et pourtant elles ne sont constituées qu'à partir d'une vingtaine de maillons élémentaires : les acides α - aminés. Le nombre et l'ordre dans lesquels ces maillons sont liés caractérisent ces protéines.

Dans ce qui suit, on considère les acides α - aminés de formule brute $C_6H_{13}O_2N$. L'un de ces acides α -aminés, l'acide 2-amino-3-méthylpentanoïque, usuellement appelé isoleucine, possède deux carbones asymétriques.

1. Ecris la formule semi-développée de l'isoleucine et marque d'une croix chaque carbone asymétrique.
2. Ecris les formules semi-développées et donne les noms de trois acides α - aminés isomères de l'isoleucine.
3. En solution aqueuse, l'isoleucine donne un ion dipolaire appelé zwitterion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution. Ecris les équations des deux réactions du zwitterion sur l'eau.
4. On réalise une réaction de condensation entre l'isoleucine et la glycine de formule $H_2N - CH_2 - CO_2H$
 - a. Montre que cette réaction de condensation conduit à deux dipeptides isomères P1 et P2. Donne leur formule semi-développée en mettant en évidence la liaison peptidique.
 - b. On désire synthétiser un des dipeptides P1 ou P2. Décris le principe de la synthèse.

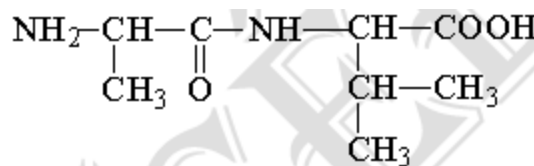
N.B : Le *duodénum* est le segment initial de l'intestin grêle.

Exercice 15

1. Ecris les formules des acides α -aminés suivants en mettant le(ou les carbones) asymétrique (s) par un astérisque C*.
 - a. Acide 2-aminopropanoïque ou alanine.
 - b. Acide 2-amino-3-méthylpentanoïque ou valine.
 - c. Acide 2-amino -4-méthylpentanoïque ou leucine.
 - d. Acide 2-amino-3-hydroxybutanoïque ou thréonine.
2. Représente en projection de Fischer les deux énantiomères de la valine et les deux

énantiomères de l'alanine. Nomme-les en utilisant la notation D et L des biochimistes.

3. On désire synthétiser le dipeptide P1 de formule :



- a. Donne les noms des deux acides α -aminés à utiliser.
- b. Comment doit-on procéder pour obtenir uniquement le dipeptide P1 ? (décris les grandes étapes de la synthèse).
- c. Si la synthèse du dipeptide P1 est réalisée à partir d'un mélange racémique des deux acides α -aminés, combien de stéréo-isomères de P1 obtiendrait-on ?

Exercice 16

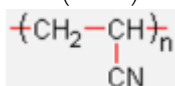
Une amine aliphatique à chaîne ramifiée admet pour proportion en masse 65,75% de carbone. Cette amine A est obtenue par décarboxylation d'un acide α -aminé naturel B.

1.
 - a. Quelle est la formule brute de A ?
 - b. Donne la formule semi-développée et le nom de A.
 - c. Donne la formule semi-développée et le nom l'acide α -aminé B en nomenclature systématique.
2. On fait réagir l'acide α -aminé B avec un autre un autre acide α -aminé naturel C. On obtient un dipeptide de masse moléculaire $M=174 \text{ g.mol}^{-1}$.
 - a. Quels sont la formule semi-développée et le de l'acide α -aminé C ?
 - b. Donne les formules semi-développées possibles du dipeptide.

LES POLYMERES SYNTHETIQUES

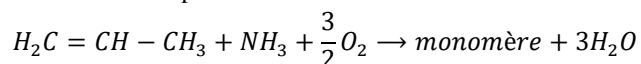
Exercice 1

1. La masse molaire moyenne d'un polymère est égale à 187,5 Kg/mol. Pour un indice de polymérisation de 3000. Calcule la masse molaire du monomère.
2. Le polyacrylonitrile(PAN) a comme formule :



Il sert surtout à fabriquer des fibres textiles.

- a. Quelle est la formule du monomère ?
- b. L'indice de polymérisation de ce composé étant égal à 2000, quelle est sa masse molaire moléculaire ?
3. La réaction industrielle de système du monomère a comme équation-bilan :



La production mondiale de ce monomère est environ 4.10⁶ tonnes par an. Quelle est la masse d'ammoniac nécessaire ?

Exercice 2

1. Ecris l'équation-bilan de la réaction de polymérisation du styrène.
2. Un type de polystyrène a une masse molaire moyenne égale à 208 Kg.mol⁻¹. Quel est le nombre moyen de motifs dans une macromolécule de ce polymère ?
3. Pour initier cette polymérisation, on utilise un peroxyde de benzoyle de masse molaire moléculaire 242 g.mol⁻¹. Il faut une mole de peroxyde de benzoyle pour obtenir une mole de polystyrène. Calculer la masse d'initiateur nécessaire à l'obtention de 1,04 tonne de polystyrène.

Exercice 3

Un polymère P a pour masse molaire moyenne 105000 g.mol⁻¹; son degré de polymérisation moyenne est 2500. Il n'est constitué que de carbone que d'hydrogène.

1. Quelle est la masse molaire du monomère ?
2. En déduire ses formules brutes et semi-développées.
3. Quel est le motif de P ?

Exercice 4

1. Ecris les formules semi-développées des composés A et B sachant que A est un diacide carboxylique a chaîne linéaire de formule brute C₁₀H₁₈O₄ et que B est l'hexane diamine-1,6.

2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation entre A et B. En déduire le motif du polymère.
3. La réaction précédente s'effectue dans des conditions expérimentales difficiles (température et pression élevées, catalyseur). On peut obtenir le même polymère de façon beaucoup plus facile en remplaçant le diacide par un de ses dérivés. Lequel ? Ecrire l'équation de la réaction de ce dérivé sur la diamine.

Exercice 5

1. Un degré de polymérisation moyen de 1200 présente une masse molaire moyenne d'environ 75000 g/mol. Sachant que sa combustion dégage du chlorure d'hydrogène, identifier le monomère correspondant à ce polymère.
2. Ecrire l'équation de la réaction de polymérisation et nommer le polymère correspondant.
3. Donner une méthode d'obtention du monomère.

Exercice 6

1. Un polymère est constitué de carbone et d'hydrogène. Sa masse molaire moléculaire est égale à 84 kg /mol et son indice de polymérisation est 3000.
 - a. Quelle est la formule du motif ? Nommer polymère.
 - b. Donner la formule développée du monomère et le nommer.
 - c. Ecrire la réaction de polymérisation de ce composé et citer quelques applications pratiques du polymère.
1. Donner la formule semi-développée, la nature et le nom du composé obtenu lors de l'hydratation de ce monomère.

Exercice 7

On veut déterminer la formule d'un polymère contenant du carbone, de l'hydrogène et du chlore. Soit $R - \text{CH} = \text{CHCl}$. La formule générale du monomère de masse molaire 62,5 g/mol. (R est un radical alkyle ou un atome d'hydrogène)

1. Déterminer la formule du monomère et donner son nom.
2. Quel est le degré de polymérisation sachant que la masse du polymère obtenu vaut 75000 g /mol ?
3. Ecrire l'équation de polymérisation et donner le nom du polymère.

Exercice 8

Un polymère a pour masse molaire moyenne 87000 g/mol et pour degré de polymérisation 1500. Son analyse chimique montre qu'il contient 56,8 % de

chlore, 38,4 % de carbone et le reste étant de l'hydrogène.

1. Déterminer le motif le plus simple correspondant à cette composition.
2. Déterminer la formule brute et le nom du monomère.
3. Donner la formule et nom du polymère ainsi que la réaction de polymérisation.
4. Quels sont ses domaines d'utilisation ?

Exercice 9

1. Le polyisobutylène obtenu par polyaddition du méthylpropène a pour masse molaire $M = 100.000 \text{ g/mol}$.
 - a. Ecris les formules du polymère et du monomère.
 - b. Calcule le degré de polymérisation du polymère.
- a. Détermine la masse molaire, la formule, puis le nom de son monomère.

Exercice 10

2. Un polymère contient en masse 56,8% de chlore, 38,4% de carbone, le reste étant de l'hydrogène.
 - a. Détermine le motif le plus simple répondant à cette composition.
 - b. De quel polymère s'agit-il ? Quelles sont la formule et le nom de son monomère. Indique une façon de préparer ce monomère à partir de l'acétylène.

Exercice 11

La préparation des fibres de la marque Rilsan, propriété de la firme Rhône-Poulenc, nécessite l'utilisation de l'acide 11-amino undécanoïque de formule $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$

1. Recopie la formule semi-développée de cet acide et encadre puis nomme les groupes fonctionnels présents dans cette molécule.
2. Écris l'équation bilan de la réaction de préparation du polymère Rilsan et donne un autre nom de ce polymère.
3. Précise le type de polymérisation mis en jeu
4. Définis le degré de polymérisation et calcule sa valeur dans le cas d'un polymère de masse molaire 73200 g/mol .

Exercice 12

On rappelle que dans un polyamide (x, y), x représente le nombre d'atomes de carbone C dans la diamine de départ et y le nombre d'atomes de carbone C dans le diacide de départ.

1. Écris la polymérisation du polyamide (6,8), noté : PA 6, 8 ou nylon (6,8)
2. Calcule la masse molaire du motif, M motif et en déduis la masse molaire du polyamide sachant que son degré de polymérisation est $n = 500$.

Exercice 12

1. Le polyéthylène (PE) est obtenu à partir de l'éthylène C_2H_4 . Sachant que la masse molaire du PE vaut $5,6 \text{ Kg/mol}$. Calcule son degré de polymérisation.
2. Ecris l'équation de polymérisation du tétrafluoroéthène : $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$.
3. Le polystyrène (PS) est obtenu par polymérisation du styrène C_8H_8 . Sachant que le degré de Polymérisation du PS vaut 800, calcule la masse molaire du PS.

Exercice 13

Le polychlorure de vinylidène $(\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z)_n$ est un polymère obtenu par polymérisation. L'analyse montre qu'il contient en masse 73,2% de chlore ; 24,8% de carbone et 2% d'hydrogène.

Le polymère a une masse molaire moyenne de $121 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ et un degré de polymérisation de 1250.

1. Calcule la masse molaire M_0 du monomère A.
2. Détermine la formule brute du monomère A.
3. Donne les deux formules semi-développées possibles de A.
4. Sachant que dans le monomère A, les deux atomes de chlore sont sur le même atome de carbone donne le motif du polychlorure de vinylidène.

Exercice 14

1. Les polymères synthétiques sont utilisés dans les domaines aussi variés que dans la construction automobile, l'électricité, le bâtiment, l'industrie textile, la menuiserie, la plomberie sanitaire. Le kevlar est un polymère dont la résistance mécanique est cinq fois supérieure à celle de l'acier et dix fois supérieure à celle de l'aluminium. On l'utilise pour la fabrication de pneus à carcasse radiale, des gilets pare-balles...

Il peut être synthétisé industriellement à partir de l'acide para phthalique ou acide benzène-1,4 dioïque (A) et de la benzène-1,4 diamine (B).

- a. Donne les formules semi-développées de (A) et (B).
 - b. Écris l'équation de la réaction de (A) sur (B) donnant (C).
 - c. Déduis-en l'équation de la réaction de polymérisation entre (A) et (B).
2. La masse molaire d'une chaîne de kevlar étant $11,9 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, donne la formule du polymère.

Exercice 15

Le degré de polymérisation moyen d'un échantillon de polystyrène vaut 6000.

1. Quelle est la masse molaire de ce polymère ?

2. Ecris la réaction de polymérisation du polystyrène et précise le motif.

Exercice 16

La combustion complète de 0,53g d'une substance X constituée de carbone, d'hydrogène et d'azote a donné 1,33 g de dioxyde de carbone et 0,27g d'eau. Sa densité de vapeur est 1,83.

- Détermine sa formule brute.
- X est un acrylonitrile, ce qui signifie que sa molécule contient le groupe $-C \equiv N$. Donne sa formule semi-développée.
- Ecris l'équation de polymérisation et précise la formule du polymère correspondant.
- Calcule le degré de polymérisation sachant que la masse molaire du polymère est 2,65kg/mol.

Exercice 17

- Un des polyamides les plus courant est le nylon 6,10 ; dont le motif est le suivant :
 $-NH - (CH_2)_6 - NH - CO - (CH_2)_8 - CO -$
 Indique les corps qu'il faut faire réagir pour obtenir ce polymère. Donne leur nom systématique.
- La masse molaire moyenne de ce polymère est de 300kg/mol. Calcule son degré moyen de polymérisation.

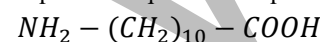
Exercice 18

Une substance organique A de formule C H contient en masse 67,92% de carbone et 5,67% d'hydrogène.

- Trouve sa formule brute.
- Quelle est sa formule semi-développée sachant que sa molécule contient le groupe nitrile C.
- Par polymérisation, A donne un composé organique B de masse molaire 2,65 kg/mol.
 - Ecris l'équation bilan de la polymérisation.
 - Détermine l'indice de polymérisation.

Exercice 19

Le ricin, arbuste tropical, fournit une huile à partir de laquelle on peut fabriquer le composé :



Ce composé réagit sur lui-même pour donner un polymère.

- Donne le nom du composé dans la nomenclature officielle.
- Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation et donne son motif.
- Donne la formule et le nom du polymère.
- La réaction est-elle une polyaddition ou polycondensation ? Justifie ta réponse.

Exercice 20

Un polymère usuel contenant uniquement du carbone et de l'hydrogène, présente un degré de

polymérisation de 1600. Sa masse molaire moyenne est de 166000g/mol environ.

- Quelle peut être la formule du monomère correspondant ?
- Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation. Nomme le polymère et précise le motif.

Exercice 21

Les meubles de jardin sont souvent constitués d'un polymère de polyaddition contenant 85,7% en masse de carbone.

Les macromolécules de ce polymère ont une masse molaire moyenne de 126000 g/mol pour un degré de polymérisation 3

- Détermine la composition massique et la masse molaire du monomère de ce plastique.
- Déduis-en la formule brute, puis la formule semi-développée de ce monomère.
- Ecris l'équation-bilan de la polyaddition et propose un nom pour ce polymère.

Exercice 22

Un polymère ne contenant que les éléments carbone et hydrogène a pour masse molaire moyenne 46,2kg/mol. Son degré de polymérisation est 1100. Détermine :

- La masse molaire du monomère.
- la formule développée et le nom du monomère, sachant que c'est alcène.
- Le motif du polymère ainsi que son nom.

Exercice 23

On réalise par polyaddition, un polymère A qui contient en masse 73,2% de chlore, 24,8% de carbone et 2,0% d'hydrogène.

- La masse molaire moyenne de A vaut 12100g/mol et son degré de polymérisation est $n = 1250$.
 - Quelle est la composition en masse du monomère.
 - Détermine sa masse molaire et sa formule brute.
- Détermine les formules semi-développées possibles du monomère.

LE GLUCOSE

Exercice 1

On prépare un litre de solution aqueuse en dissolvant 100g de glucose dans l'eau pure.

1. On chauffe 10cm^3 de cette solution en présence d'un excès de Liqueur de Fehling. Le précipité rouge obtenu est isolé par filtration, lavé et séché. Quelle est sa masse.
2. On fait réagir 10cm^3 de la solution de glucose sur un excès de nitrate d'argent ammoniacal. Quelle masse maximale d'argent peut-on espérer obtenir.

Exercice 2

La fermentation alcoolique du glucose donne 1,12L de gaz carbonique, volume mesuré dans les conditions normales.

1. Quelle est la masse de glucose contenue dans la solution ?
2. Quelle est la masse d'argent déposé par action de ce glucose sur un excès de nitrate d'argent ammoniacal ? $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$.

Exercice 3

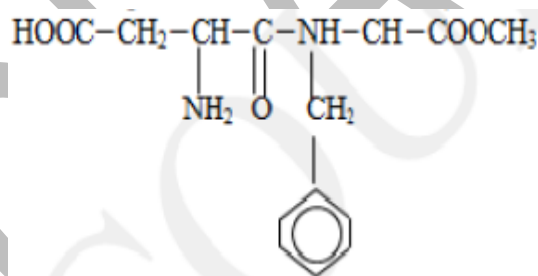
1. L'hydrolyse du sucre ordinaire, le saccharose conduit au glucose et au fructose.
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - b. Donne les formules semi-développées du glucose et du fructose en indiquant les noms des fonctions chimiques portées par ces deux composés.
2. Pour déterminer le taux de sucre dans le sang d'une personne, on procède à un prélèvement de 100cm^3 de son sang. On fait attaquer le glucose contenu dans les 100cm^3 par un excès de liqueur de Fehling. Il se forme 0,4g d'un précipité d'oxyde cuivreux Cu_2O .
 - a. Ecris l'équation bilan de la réaction qui se produit puis calcule la masse du glucose contenu dans le prélèvement sanguin.
 - b. Sachant que le taux normal de sucre dans le sang humain est 1g/L, peut-on dire que cette personne ne souffre de diabète ?

Exercice 4

Le saccharose est le sucre d'usage courant issu de la betterave ou de canne à sucre. Son hydrolyse conduit à deux molécules en C_6 de formule $\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_6$ de masse molaire moléculaire 180g/mol.

1.
 - a. Déduis-en la formule brute des deux isomères (glucose et fructose) et celle du saccharose.

- b. Écris l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse.
 - c. Donne les noms et les formules développées des fonctions portées par le glucose et le fructose.
2. L'hydrogénation du glucose permet d'obtenir un composé organique le sorbitol ou hexan- 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexol.
 - a. Donne l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules semi-développées.
 - b. On rappelle que les glucides sont des polyols à fonction carbonylée c'est-à-dire contenant la fonction $\text{C} = \text{O}$.
Indique si le sorbitol peut être classé parmi les glucides. Justifie votre réponse.
 3. L'aspartame est un faux sucre (sucre diabétique) de formule semi-développée :



A quelle famille appartient ce composé ?

Exercice 5

La préparation de l'éthanol peut se faire en deux étapes à partir de la canne à sucre :

Première étape : hydrolyse du saccharose en fructose et glucose.

Deuxième étape : le glucose obtenu subit ensuite une fermentation alcoolique.

La canne à sucre contient en masse 60% de saccharose.

1. Ecris les équations bilan des réactions pour chaque étape.
2. Quelle masse d'éthanol peut-on obtenir à partir de 50kg de canne ?
3. Quel est le volume de gaz carbonique formé dans les CNTP. $V_0 = 22,4\text{L/mol}$

Exercice 6

La fermentation alcoolique d'un sirop à 300g/L de glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ s'arrête lorsque le degré alcoolique du mélange atteint 16°.

1. Ecris l'équation bilan de cette fermentation qui correspond à la décomposition du glucose en éthanol et dioxyde de carbone.
2. On considère la fermentation d'un litre de sirop de glucose et on négligera la variation de volume du mélange pendant la fermentation. Détermine le volume, puis la masse et enfin la quantité d'éthanol formé lorsque la fermentation cesse.

3. Quelle quantité de glucose a été transformée ?
Combien en reste-t-il ?

Donnée : Masse volumique de l'éthanol $\rho = 0,79 \text{ kg/L}$.
(On appelle degré alcoolique d'une solution, le volume en cm^3 d'éthanol pur présent dans 100 cm^3 de cette solution).

Exercice 7

Un échantillon d'urine dont le volume est 100 cm^3 est traité par un excès de liqueur de Fehling. On obtient un précipité qui, lavé et séché a une masse de $0,144 \text{ g}$. Calcule la concentration de glucose exprimée en mol/L et en g/L de l'urine traité. $M(\text{C}) = 64 \text{ g/mol}$.

Exercice 8

- Le glucose subit dans certaines conditions, une fermentation dite alcoolique.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - Un hectolitre de mout (raisin écrasé) pouvant donner un hectolitre de vin renfermant environ 10 kg de sucre convertible en glucose. Quel volume de CO_2 s'échappe lors de la fermentation complète d'un hectolitre de mout ?
 - Quel est le degré d'alcool du vin obtenu ? On rappelle qu'un liquide alcoolisé à n renferme $n \text{ cm}^3$ d'éthanol pur par 100 cm^3 et l'on donne : la masse volumique de l'éthanol est $0,79 \text{ g/cm}^3$.
- Dans d'autre circonstances, le glucose subit une fermentation dite lactique (yaourt).



Sachant que l'acide lactique obtenu est un composé bifonctionnel acide-alcool, indique ses deux isomères A et B.

L'un d'eux admet des énantiomères, lequel ?
Représente ces énantiomères.

Exercice 9

On appelle « ose » un groupe de molécules organiques appartenant à la famille des glucides appelés aussi « hydrates de carbone » car elle est de formule brute $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$

Partie 1: Le plus simple des oses est le 2,3-hydroxypropanal (ou glycéraldéhyde)

- Donne sa formule semi développée.
- Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ?
- Si oui, représente les deux énantiomères de cette molécule.

Partie 2: Le nom officiel du sucre utilisé en cuisine est le saccharose. Le saccharose s'hydrolyse en milieu acide en fructose et en glucose. Les formules de ces deux oses sont :

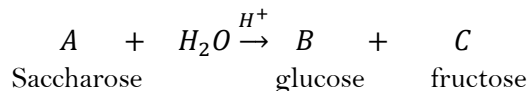
Fructose :



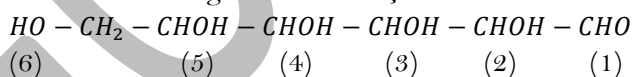
Glucose :



- Donne les formules brutes de ces deux oses.
- Sachant que l'hydrolyse du saccharose (A) peut s'écrire :



- Donne la formule brute de saccharose.
- Les molécules de glucose et fructose possèdent elles des carbones asymétriques ? Lesquels ?
- Reconnaître les différentes fonctions présentes dans chacune de ces molécules.
- On effectue un test à la liqueur de Fehling avec le glucose et le fructose.
 - Dis pour chaque ose si le test est positif ou négatif. Justifie.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction produite.
- On numérote les atomes de carbone de la molécule de glucose de la façon suivante :



En utilisant la représentation de Newman, représente la molécule de glucose vue par un observateur placé le long de l'axe C2-C3, dans sa conformation la plus stable.

Quelle est la différence entre conformation et configuration ?

LA CINETIQUE CHIMIQUE

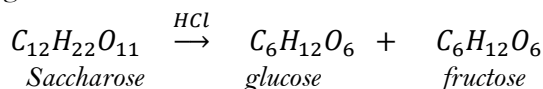
Exercice 1

Au cours d'une décomposition on observe que le temps de demi-réaction indépendant des concentrations initiales est égal à 100s.

1. Quel est l'ordre de la réaction.
2. Au bout de combien de temps 80 % du produit initial aurait-il disparu ?

Exercice 2

Le saccharose est un disaccharide qui s'hydrolyse en milieu acide pour donner deux monosaccharides : le glucose et le fructose.



La concentration initiale de saccharose est 0,53 mol/L. A 35°C on ajoute une solution de HCl.

La réaction est du premier ordre, sa constante de vitesse est $k = 0,004 \text{ min}^{-1}$.

1. Détermine la concentration de saccharose et de fructose au bout de 60 min de réaction.
2. Quel est le temps de demi-réaction à 35°C ?
3. A quelle date 30 % de réactif disparaît ?
4. Supposons que nous ayons à calculer le temps nécessaire pour que le réactif soit entièrement consommé par la réaction. Calcule dans ce cas le temps nécessaire. Conclue.

Exercice 3

La composition du penta oxyde N_2O_5 dans le tétrachlorure de carbone est une réaction du premier ordre.

Sa concentration initiale de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ et à $t = 225 \text{ s}$ sa concentration est de $1,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

1. Calcule la constante de vitesse de cette réaction.
2. Définis le temps de demi-réaction et calcule-le dans ce cas.
3. A quelle date 80% du réactif aura-t-il disparu ?

Exercice 4

Soit la réaction d'ordre 2 de la réaction suivante :



Les réactifs sont équimolaires à $\text{C}_0 \text{ mol/L}$.

1. Fais l'équation bilan puis définis cette réaction.
 2. Etablis puis calcule le temps de demi-réaction.
- $\text{C}_0 = 0,02 \text{ mol/L} ; k = 5,6 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$
3. Calcule le temps au bout duquel 20% de l'ester ne sont pas consommés.
 4. Calcule la concentration de l'alcool formé au bout de 5mn.

Exercice 5

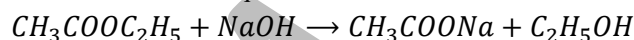
Une réaction du type $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ est du second ordre.

Pour des concentrations initiales de 0,2 mol/L de chaque réactif, on remarque que 20 % des réactifs initiaux disparaissent au bout de 30min.

1. Détermine la valeur de la constante de vitesse ?
2. Détermine le temps de demi-réaction ?
3. Calcule la vitesse à $t = 0$, $t = 30 \text{ mn}$ et $t = 60 \text{ mn}$. Conclue
4. Détermine le temps de demi-réaction si la concentration était divisée par 10.

Exercice 6

Soit la réaction de saponification :



On introduit 0,2 mol d'acétate d'éthyle et 0,2 mol de soude dans 1L d'eau. Au bout de 5mn on constate que 30% d'acétate d'éthyle sont transformés.

1. Calcule :
 - a. La constante de vitesse sachant que la réaction est du 2ème ordre.
 - b. La vitesse de la réaction au temps $t = 5 \text{ mn}$.
2. Détermine la composition du mélange 10mn après le début de l'expérience

Exercice 7

On fait réagir de l'acide acétique sur de l'alcool isopropylique.

1. Ecris l'équation bilan de la réaction et donne sa nature (on donnera les noms des produits formés)
2. Sachant qu'on est parti d'un litre de solution contenant 1 mol d'acide et 1 mol d'alcool, vérifie que la réaction est d'ordre 2 à partir du tableau ci-dessous :

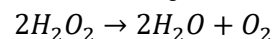
Temps (h)	0	25	50	100	150	200
[Ester] (mol.l ⁻¹)	0	0,2	0,33	0,55	0,6	0,67

La réaction lieu à température constante

3. Trace la courbe donnant la variation de la concentration de l'ester en fonction du temps.
4. Détermine la vitesse moyenne de la réaction entre les instants $t_1 = 100 \text{ h}$ et $t_2 = 150 \text{ h}$.
5. Calcule la vitesse à $t = 50 \text{ h}$.
6. Détermine graphiquement une valeur approchée de la limite de cette estérification

Exercice 8

On étudie la décomposition du peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée (H_2O_2) dans un ballon maintenu à température constante. L'eau oxygénée se décompose en eau et oxygène suivant l'équation bilan :



A la date $t = 0$, la solution contient 0,01 mol d'eau oxygénée et occupe un volume de 1L. Le volume d'oxygène obtenue et mesuré à pression constante a donné les résultats suivants :

t(mn)	0	5	10	15	25	35	55	75
$V_{O_2}(cm^3)$	0	15	28	39,4	57,6	71,6	90,4	101,2

Dans les conditions de l'expérience le volume molaire d'un gaz vaut 24L.

1.
 - a. Trace la courbe $[H_2O_2]_{restant} = f(t)$.
Echelle : $\begin{cases} 1,5cm \text{ pour } 10mn \\ 2cm \text{ pour } 10^{-3} \text{ mol/l} \end{cases}$
 - b. Détermine la vitesse de disparition de H_2O_2 à la date $t = 18 \text{ mn}$, exprime-la en $mol.l^{-1}mn^{-1}$.
 - c. Trouve la vitesse moyenne de disparition en $mol.l^{-1}mn^{-1}$ entre les instants $t_1 = 10 \text{ mn}$ et $t_2 = 45mn$.
2. Calcule le temps de demi-réaction.

Exercice 9

La décomposition de l'oxyde de méthyle :



C'est une réaction du 1^{er} d'ordre. La constante de vitesse est $k = 4,5.10^{-4}s^{-1}$ à $500^\circ C$.

On introduit rapidement de l'oxyde dans une ampoule vide portée à $500^\circ C$.

La pression initiale est $P_0 = 310atm$

1. Calcule la pression à $t = 400s$.
2. Calcule le temps de demi-réaction.
3. Au bout de combien de temps 40% du produit initial se décompose ?

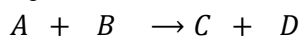
Exercice 10

Considérons la saponification de l'acétate de méthyle.

1. Ecris équation-bilan de la réaction et nomme les produits obtenus.
2. On part d'une solution contenant $10^{-2}mol/L$ d'acétate de méthyle. Au bout de 40mn, 50% de l'acétate sont saponifiés. Calcule la constante de vitesse. On considère la réaction d'ordre 2.
3. Combien de temps a-t-il fallu pour que 1/100 de l'ester soit saponifié ?
4. Combien de temps faudra-t-il pour qu'il ne reste plus que 1/100 de l'ester non saponifié.

Exercice 11

On considère l'équation d'une réaction d'ordre 2 :



On part d'un mélange équimolaire de A et B à

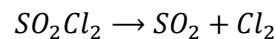
$$t = 0 : [A]_0 = [B]_0 = C_0$$

1. Définis une réaction d'ordre 2 puis établis la loi de variation de concentration du réactif.
2. A l'instant $t_1 = 20mn$, la concentration $C_1 = 9,0.10^{-2}mol/l$ et à l'instant $t_2 = 30mn$, la concentration est $C_2 = 8,7.10^{-2}mol/l$
- a. Déduis-en la constante de vitesse.

- b. Calcule la concentration initiale C_0 .
- c. Quel est le temps de demi réaction ?
- d. Calcule la vitesse d'apparition de C à l'instant $t_2 = 30mn$

Exercice 12

Le chlorure de sulfuryle SO_2Cl_2 de décomposition en phase gazeuse à $320^\circ C$ suivant la réaction :



A la fin d'étudier cette réaction, on introduit à la date $t = 0$, une certaine quantité de chlorure de sulfuryle dans un récipient de volume constant maintenu à $320^\circ C$. La mesure de la pression P dans le récipient permet de suivre l'évolution de la réaction. On obtient, aux divers instants t, les valeurs suivantes :

t (s)	0	100	210	250	350	380	450
P(bar)	0,51	0,63	0,73	0,75	0,80	0,82	0,85

1. Trouve, en utilisant la loi des gaz parfaits, une relation entre la pression initiale P_0 et la concentration molaire initiale C_0 . Déduis-en la valeur de C_0 .
2. Soit α le coefficient de dissociation du chlorure de sulfuryle (le coefficient de dissociation est le rapport de la quantité de SO_2Cl_2 décomposé à la quantité initiale de SO_2Cl_2).
 - a. Exprime en fonction de C_0 et de α , les concentrations molaires des différents corps purs.
 - b. Exprime P en en fonction de P_0 et de α . Déduis-en l'expression de α .
3. Détermine pour chacun des instants qui figurent dans, les concentrations molaires en dioxyde de soufre.
4. Trace la courbe donnant les concentrations en SO_2 en fonction du temps et détermine graphiquement la vitesse initiale de formation de SO_2 .

$$\text{Echelle : } 2cm \text{ pour } 100s ; 1cm \text{ pour } 10^{-3}mol/L$$

$$\text{On donne : } 1bar = 10^5Pa$$

$$\text{Constante des gaz parfaits : } R = 8,31J/K/mol.$$

Exercice 13

On mélange à la date $t = 0$, 1mol d'éthanol et 1mol d'acide éthanóique. On détermine la quantité d'ester formée à la date t, elle est de la forme $n = \frac{0,67t}{t+17}$ (t en heure et n en mol)

1. Quelle est la vitesse moyenne de formation de l'ester entre les instants $t = 0$ et $t = 50h$.
2. Quelle est la vitesse de formation de l'ester pour $t = 20h$.
3. On recommence l'expérience à $t = 0$ avec 0,01mol/L d'alcool et 0,01mol/L d'acide. Les

quantités d'ester formées en fonction du temps sont :

t(s)	0	180	340	300	360
[ester](mol/L) . 10 ⁻³	0	2,6	3,17	3,66	4,11

Montre à partir du tableau que la réaction est d'ordre global 2.

4. Calcule la constante de vitesse à 25°C ainsi que le temps de demi-réaction.

Exercice 14

La durée pendant laquelle on obtient 50% de la concentration initiale de 0,01mol/L des réactifs vaut 11mn33s et ne dépend pas de la concentration.

- Détermine l'ordre de la réaction.
- Que vaut la constante de vitesse ?
- A quelle date 90% des réactifs ont disparu ?

Exercice 15

La composition du penta oxyde N_2O_5 dans le tétrachlorure de carbone est une réaction du premier ordre.

Pour une concentration initiale de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ et à $t = 225 \text{ s}$ sa concentration est de $1,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ de N_2O_5 .

- Calcule la constante de vitesse de cette réaction.
- Définis le temps de demi-réaction et le calcule dans ce cas. A quelle date 80% du réactif aura-t-il disparu ?

Exercice 16

Lorsqu'une personne boit une boisson alcoolisée, l'éthanol arrivé dans l'estomac passe peu à peu dans le sang.

- Des expériences menées sur le phénomène d'absorption ont donné les résultats suivants, C désignant la concentration en éthanol du liquide contenu dans l'estomac.

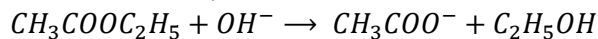
t (mn)	0	2	4	6	10	20
C (mol/L)	2	1,45	1	0,72	0,36	0,05

- Définis puis détermine la vitesse moyenne de disparition de l'alcool dans l'estomac entre les dates 6mn et 10mn. Précise l'unité choisie.
 - On suppose que dans l'intervalle de temps considéré, cette vitesse est sensiblement constante. A quelle date, à partir de l'instant de consommation choisi comme origine des temps, la consommation de l'alcool dans l'estomac est-elle égale à 0,5mol/L ?
2. 20 mn après que la personne a avalé la boisson, la majeure partie de l'alcool est passée dans le sang. La concentration du sang en l'alcool est alors $C = 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$.

Sachant que la législation fixe un seuil légal de $0,50 \text{ g.L}^{-1}$ pour les automobilistes, la personne est-elle autorisée à conduire ?

Exercice 17

On étudie la cinétique de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle. L'équation de la réaction est :



Des expériences faites avec des concentrations molaires initiales $[CH_3COOC_2H_5]_0 = [OH]_0 = C_0$, ont donné les temps de demi-réactions $t_{1/2}$ indiqués dans le tableau suivant :

$C_0(\text{mol/L})$	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$
$t_{1/2} \text{ (mn)}$	17,8	8,9	4,45	2,22

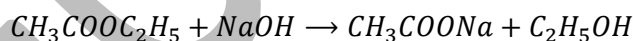
- Montre que la réaction est d'ordre 2 et détermine la constante de vitesse.
- On part des conditions

$$[CH_3COOC_2H_5]_0 = [OH]_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Calcule le temps qu'il faut pour que 80% de l'acétate soit transformé.

Exercice 18

Lors de l'étude de la réaction :



A 15°C on a obtenu les résultats suivants (les concentrations initiales $CH_3COOC_2H_5$ de et $NaOH$ étant de 0,05 mol/L).

temps (mn)	2	3	4	8	10
% de $CH_3COOC_2H_5$ restant	67,1	58,3	52,2	31,4	29,7

- Montre que la réaction est d'ordre 2.
- Evalue la constante de vitesse.
- Evalue le temps de demi-réaction.

Exercice 19

L'hémpentoxyde d'azote N_2O_5 se dissocie suivant l'équation : $N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2$

La réaction est d'ordre 1.

- A 105°C on constate qu'au bout de 4mn, $\frac{3}{4}$ de la quantité initiale de N_2O_5 a été décomposée. Calcule le temps de demi-réaction à cette température.
- A 95°C le temps de demi-réaction est 5mn. Calcule le temps au bout duquel $\frac{3}{4}$ de la quantité initiale sera décomposée.
- A une température quelconque, on fait les mesures suivantes :

Temps en seconde	0	4450
$[N_2O_5]$ en mol/L	$3 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$

- Calcule la constante de vitesse et le temps de demi-réaction à cette température.
- Que devient le temps de demi-réaction si l'on doublait la concentration initiale ?
- Calcule la vitesse de la réaction à $t = 0$ et à $t = 50h$
- Détermine la date à laquelle la concentration devient 2.10^{-2} mol/L .

Exercice 20 (Bac TSE 2014)

On réalise l'estérification de l'acide formique (méthanoïque) par l'éthanol à une température constante de 50°C en mélangeant au temps $t = 0$ une mole d'acide formique et une mole d'éthanol dans un solvant ; le volume de la solution étant de 200cm^3 . On réalise à intervalle de temps réguliers des prélèvements, de volumes négligeables grâce auxquels on dose le nombre de moles d'acide restant dans le mélange. Les résultats sont portés dans le tableau suivant :

t(mn)	0	10	20	30	40	50
n	1	0,89	0,69	0,60	0,54	0,49

50	60	80	100	120
0,49	0,44	0,39	0,37	0,36

- Écris l'équation bilan de la réaction d'estérification correspondante et précise ses caractéristiques.
- Trace sur une feuille de papier millimétré le graphique représentant la variation de la concentration molaire de l'ester formé en fonction du temps. Échelle : 1cm pour 0,5mol ; 1cm pour 10mn
- Détermine, à l'aide de ce graphique, la vitesse moyenne d'estérification pendant les 15 premières minutes et la vitesse à l'instant $t = 30\text{mn}$.
- Détermine d'après le graphique une valeur approchée de la limite de cette estérification. Comment pourrait-on augmenter la vitesse de la réaction sans modifier la valeur de la limite.

Exercice 21 (Bac TSE 2016)

A une date $t = 0$, on mélange une mole de propanol-1 et une mole d'acide éthanóïque et on répartit ce mélange également entre 10 tubes qui sont scellés dans une cuve. Aux dates indiquées sur le tableau ci-dessous on dose la quantité d'acide éthanóïque restant dans le mélange, soit n (en moles).

T (h)	0	1	5	10	15
n	1	0,88	0,72	0,61	0,54

20	30	40	50	60	70
0,49	0,43	0,38	0,35	0,33	0,33

- Trace le graphe de la fonction $n = f(t)$ sur une feuille de papier millimétré.
Échelle : 1cm pour 0,1mol et 1cm pour 5h.
- Écris l'équation de la réaction qui détruit l'acide éthanóïque dans le mélange. Quelle est cette réaction ? Nomme le composé organique formé et écris sa formule développée.
- Calcule en mol/h la vitesse moyenne de disparition de l'acide éthanóïque entre les instants $t_1 = 5h$ et $t_2 = 30h$.
- Calcule la vitesse instantanée à la date $t_1 = 5h$.

Exercice 22 (Bac TSE 2017)

On étudie la réaction d'estérification de l'acide éthanóïque par un monoalcool saturé R-OH.

- Écris l'équation bilan de la réaction.
- Le mélange initial renferme 1mole d'acide et 1mole. La quantité d'acide restant à la date t , déterminée par dosage est donnée dans le tableau ci-dessous.

t (h)	0	1	2	3	4	5	6	7
n (mol)	1	0,57	0,42	0,37	0,34	0,33	0,33	0,33

- Indique le principe d'une méthode expérimentale permettant de déterminer la quantité de matière d'acide restant.
 - Reproduit et complète la dernière ligne du tableau dans lequel n_E représente la quantité d'ester formé et justifie la formule $n_E = 1 - n$.
 - Trace sur un papier millimétré la courbe représentant en fonction du temps la quantité d'ester formé.
 - Définis la vitesse instantanée de formation de l'ester à une date t donnée.
 - Détermine graphiquement cette vitesse aux dates $t_1 = 1h$ et $t_2 = 3h$
 - A l'aide de la courbe, détermine la quantité maximale d'ester qui peut être formé.
3. La masse molaire moléculaire de l'ester formé est 102 g.mol^{-1} .
- Détermine la formule brute de l'ester et celle de l'alcool R-OH.
 - Donne les formules développées possibles de l'alcool et de l'ester.

On supposera que le volume total V de la solution ne varie pas au cours de la transformation chimique.

On donne : $M(C) = 12\text{g/mol}$; $M(O) = 16\text{g/mol}$; $M(H) = 1\text{g/mol}$

Echelle : 4cm pour 1h ; 2cm pour 0,1mol

Exercice 23 (Bac 2020 TSE)

- On étudie la cinétique de la réaction ayant lieu entre l'acide éthanóïque et l'alcool primaire de formule C_3H_8O .
- La réaction a lieu à température constante et le mélange est formé de 0,5mole d'acide éthanóïque et de 0,5mole d'alcool. Les résultats de la mesure sont consignés dans le tableau suivant (on a dosé à la date t, le nombre de moles d'acide restant) :

t (h)	0	1	2	3
n (mol)	0,500	0,285	0,210	0,185

4	5	6	7	8
0,170	0,168	0,167	0,167	0,167

Consignes

- Ecris l'équation-bilan de la réaction et donne le nom du composé formé.
- Trace sur papier millimétré la courbe $n'(t)$ donnant le nombre de moles n' d'ester formé à la date t.
Echelle : 2cm pour 1h et 5cm pour 0,1mol.
 - Détermine la vitesse instantanée en $mol \cdot h^{-1}$ de formation de l'ester à la date $t = 2h$.
 - Donne la date à laquelle la vitesse de formation de l'ester est maximale.

Exercice 24

La réaction de décomposition de l'eau oxygénée H_2O_2 se fait suivant l'équation : $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
Pour étudier la cinétique de cette réaction, on réalise l'expérience sur un volume $V = 10cm^3$ de solution d'eau oxygénée de concentration molaire $C_0 = 6.10^{-2}mol \cdot L^{-1}$. (Durant l'expérience V est constant et le volume molaire est $V_M = 24mol/L$). On note à divers instants t le volume V_{O_2} de dioxygène dégagé. On établit le tableau suivant :

t(mn)	0	5	10	15	20	30
$V_{O_2}(10^{-3}L)$		1,56		3,65		5,26
$C = [H_2O_2](10^{-2}L)$	6		3,7		2,3	

- Montre que la concentration molaire de l'eau oxygénée restante est donnée par :
$$H_2O_2 = C = C_0 - \frac{2V_{O_2}}{V \cdot V_M}$$
- Reproduis et complète le tableau.
- Trace la courbe $C = f(t)$
- Définis la vitesse instantanée de disparition de H_2O_2 et détermine sa valeur maximale.

- Trace sur le même graphique la courbe obtenue si l'expérience est réalisée à une température supérieure à celle de la première expérience.

Exercice 25

Des tubes à essai fermés contenant chacun 0,6g d'un alcool primaire A de formule C_3H_7OH et 0,6g d'acide éthanóïque CH_3COOH sont placés à la date $t = 0$ dans l'eau bouillante.

- Ecris l'équation de la réaction et donne le nom de l'ester formé.
- A la date $t = 2mn$, on fait sortir un tube et on dose l'acide éthanóïque restant par $V_B = 21,7cm^3$ d'une solution de soude (NaOH) de concentration $C_B = 0,4mol/L$.
 - Indique le mode opératoire du dosage.
 - Détermine la composition du mélange à cette date
- On répète les mêmes opérations et on obtient le tableau suivant :

t(mn)	0	5	10	15	20	40
$n_{ester}(10^{-3}mol)$	0	2,5	3,7	4,5	4,9	5,7

60	80	100	120	150	180	200
6	6,4	6,5	6,6	6,7	6,7	6,7

- Trace la courbe $n_{ester} = f(t)$ et interprète ses différentes parties.
- Détermine la vitesse moyenne de formation de l'ester entre $t_1 = 10mn$ et $t_2 = 50mn$.
- Détermine le rendement d'estérification.
- Détermine la constante d'équilibre relative à la réaction d'estérification.
- Peut-on utiliser un catalyseur pour :
 - Augmenter la vitesse de la réaction.
 - Augmenter le rendement de la réaction.

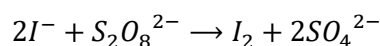
Exercice 26

Pour étudier la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodures I^- par les ions peroxodisulfates $S_2O_8^{2-}$, on réalise à $t_0 = 0s$ et à une température T constante, un mélange de deux solutions S_1 et S_2 .

S_1 : Solution d'iodure de potassium KI de volume $V_1 = 30mL$ et de concentration C_1 .

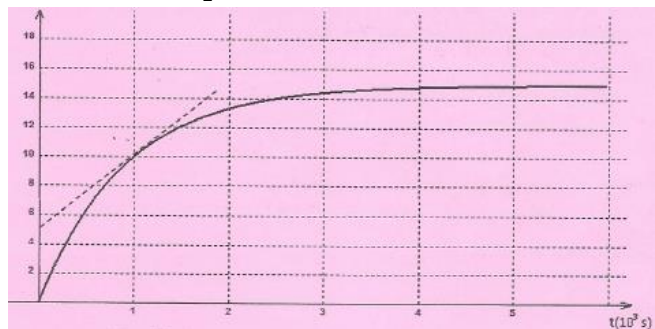
S_2 : solution de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de volume $V_2 = 30mL$ et de concentration $C_2 = 0,05mol/L$.

La réaction produite dans le mélange est totale et lente d'équation :



La courbe de la figure 1 donne la variation de la concentration molaire de diiode en fonction du temps.

1.
 - a. Détermine la concentration initiale du mélange en ions peroxydisulfate : $[S_2O_8^{2-}]_0$
 - b. Détermine le tableau d'avancement et déduis-en que I^- est le réactif limitant.
 - c. Détermine la concentration initiale de I^- dans le mélange : $[I^-]_0$
 - d. Déduis-en C_1



2. Détermine en mol/L la composition du mélange à l'instant $t_1 = 1000s$.
3. Détermine la vitesse volumique moyenne de la réaction entre les dates $t_0 = 0s$ et $t_1 = 1000s$.
4.
 - a. Définis la vitesse instantanée de la réaction.
 - b. Comment varie cette vitesse au cours du temps ? Justifie à l'aide du graphe.
 - c. Détermine la valeur de la vitesse volumique de la réaction à la date $t_1 = 1000s$.
5. La courbe $[I_2] = f(t)$ est obtenue en dosant à différentes dates des prélèvements du mélange par une solution (S) de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$ de concentration molaire C.
 - a. Ecris l'équation de la réaction du dosage.
 - b. Calcule C sachant que 5mL du mélange sont dosés à la date $t_1 = 1000s$ par $V = 2mL$ de la solution (S).

MECANISME REACTIONNEL

Exercice 1

Détermine les différentes phases des réactions suivantes :

- $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- $\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br} + \text{HBr}$
- $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
- $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$
- $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
- $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
- $\text{CH}_4 + \text{I}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{HI}$

Exercice 2

La formation du mono chlorobenzène par substitution du chlore sur le benzène est une réaction en chaîne dont le mécanisme peut être représenté par la suite des équations chimiques.

- $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^*$
 - $2\text{Cl}^* \rightarrow \text{Cl}_2$
 - $\text{C}_6\text{H}_5^* + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{Cl}^*$
 - $2\text{C}_2\text{H}_5^* \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{10}$
 - $\text{C}_6\text{H}_5^* + \text{Cl}^* \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
 - $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}^* \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5^* + \text{HCl}$
- Comment provoque-t-on la réaction a) ?
 - Indique un ordre possible des différentes phases de cette réaction et distinguer les différentes étapes.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction.

Exercice 3

Dans un certain domaine de température et de pression, la décomposition de l'éthanal est une réaction simple : $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$

Mais en général, elle constitue une réaction complexe que l'on peut interpréter par le mécanisme suivant :

- $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CHO}^*$
 - $\text{CH}_3^* + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}^* + \text{CH}_4$
 - $\text{CH}_3\text{CO}^* \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CO}$
 - $\text{CHO}^* + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}^* + \text{CO} + \text{H}_2$
 - $\text{CH}_3^* + \text{CH}_3^* \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$
- Explique ce qui distingue une réaction simple d'une réaction complexe.
 - Quels sont les radicaux qui interviennent dans le mécanisme ci-dessus ?
 - Distingue les différentes phases du mécanisme réactionnel.
 - L'étape (a) peut être de nature photochimique. Sachant que l'énergie nécessaire à cette étape est de $318\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; montre que cette réaction ne peut avoir lieu que si le flux lumineux irradiant

l'éthanol contient des longueurs d'onde $\lambda \leq \lambda_{\text{max}}$, λ_{max} étant une valeur que l'on calculera.

On donne : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

Célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$

Exercice 4

Réaction du dibromo sur l'heptane.

- Ecris l'équation bilan de la réaction de mono substitution.
- Combien de mono bromo heptane différentes peut-on obtenir ? Précise le nom et la formule de chacun d'eux.
- Le mécanisme proposé est le suivant :
 - $\text{C}_7\text{H}_{15}^* + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br} + \text{Br}^*$
 - $\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{Br}^*$
 - $\text{Br}^* + \text{Br}^* \rightarrow \text{Br}_2$
 - $\text{C}_7\text{H}_{16} + \text{Br}^* \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{15}^* + \text{HBr}$

Indique un ordre possible des différentes phases de cette réaction et distinguer les différentes étapes.

- Quelle est la longueur d'onde maximale des réactions à utiliser pour initier la réaction sachant que l'énergie de liaison de la molécule de dibrome est de 193KJ/mol .

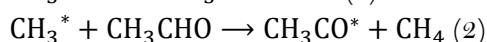
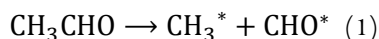
Exercice 5

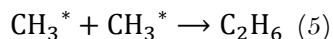
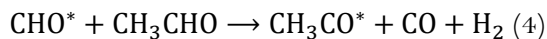
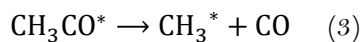
A. L'éthanal se décompose, en phase gazeuse, en donnant du méthane et du monoxyde de carbone CO.

Une expérience, faite à température et à volume constants, a donné les résultats :

Temps(t)	0	20	40	60
[éthanal](mol/L)	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$

- Ecris l'équation bilan de la réaction.
 - Détermine la concentration du monoxyde de carbone [CO], apparu aux différents instants du tableau ci-dessus.
A l'instant $t = 0$, le mélange réactionnel ne contient que de l'éthanal.
 - Trace la courbe de [CO]
 - Définis la vitesse instantanée de formation de CO à l'instant t. Détermine graphiquement sa valeur à l'instant initial.
 - Comment cette vitesse varie-t-elle au cours du temps ? Donne une explication simple de ce phénomène.
- B. La réaction précédente a pu être interprétée à partir du mécanisme suivant :

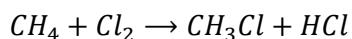




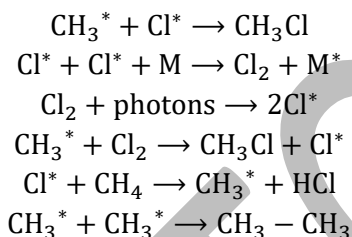
1. Quels sont les centres actifs qui interviennent dans le mécanisme ci-dessus ?
2. L'étape (1) peut être de nature photochimique. Sachant que l'énergie nécessaire à cette étape est de 318KJ/mol.
Calcule la longueur d'onde minimale λ qui doit être présente dans le flux lumineux irradiant l'éthanal.
3. La proportion d'éthane dans le mélange en fin de réaction est très faible. Justifier cette observation.

Exercice 6

En présence de certaines radiations monochromatiques, le méthane réagit sur le dichlore selon une réaction de substitution. L'équation bilan de la première substitution conduisant au monochlorométhane s'écrit :



Le mécanisme proposé comporte les actes élémentaires suivant mentionnés dans le désordre.



1. Ordonne logiquement ces différents actes en faisant ressortir les trois phases caractéristiques d'une réaction en chaîne.
2. Les radiations monochromatiques de couleurs rouges et violettes de longueurs d'ondes respectives $\lambda_1 = 750\text{nm}$ et $\lambda_2 = 400\text{nm}$ sont-elles capables de déclencher cette réaction ?

Données :

Energie de liaison $\text{Cl} - \text{Cl}$: $E_{\text{Cl}_2} = 240\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$

Célérité de la lumière : $C = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$

LES EQUILIBRES CHIMIQUES

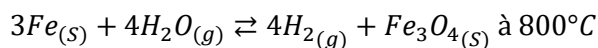
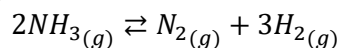
Exercice 1

Calcule la variance des systèmes suivants :

1. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
2. $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
3. $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 4H_{2(g)} + Fe_3O_{4(s)}$ à $1100^\circ C$
4. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$
5. $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$
6. $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$

Exercice 2

Soient les équilibres suivants :



1. Etudie l'influence de la pression sur le déplacement de ces équilibres
2. Calcule la variance de chaque système.

Exercice 3

Prévois sur les équilibres suivants :

1. L'effet d'une augmentation de pression
 2. L'influence de température
 3. Calcule la variance
- a. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)} + 43,50Kcal$
- b. $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)} - 136Kcal$

Exercice 4

Le pentachlorure de phosphore, se dissocie en phase gazeuse suivant l'équation bilan : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$
On introduit dans un récipient de 5L, à $250^\circ C$, 2moles de pentachlorure de phosphore

1. Calcule :
 - a. La constante d'équilibre relative aux concentrations K_C sachant que le coefficient de dissociation est $\alpha = 0,40$.
 - b. En déduis K_P .
2. Exprime K_P en fonction de et de la pression totale P .
3. Calcule la pression totale.

Exercice 5

On fait réagir de l'acide éthanóïque sur un alcool primaire de formule brute C_3H_8O .

1. Ecris l'équation bilan de la réaction, en indiquant les noms des produits mis en jeu et des produits formés.

2. La réaction a lieu à froid et le mélange initial est constitué de 0,5mol d'acide et 0,5mol d'alcool.
 - a. Le nombre de moles d'acide restant est 0,210 à l'instant $t_1 = 2h$ et 0,168 à l'instant $t_2 = 5h$. Calcule la vitesse moyenne de disparition de l'acide.
 - b. A l'équilibre, le nombre de moles d'acide restants est 0,167. Calcule la constante d'équilibre relative aux concentrations molaires.

Exercice 6

Soit la réaction de dissociation réversible du monoxyde de carbone à $900^\circ C$: $2CO \rightleftharpoons CO_2 + C$
Exothermique dans le sens (1)

1.
 - a. Indique l'influence d'une variation de température sur ce système.
 - b. Comment une variation de pression agit-elle sur lui ?
2.
 - a. Calcule la variance de ce système dans le cas général.
 - b. Etablis les expressions des constantes d'équilibre relatives aux concentrations molaires et aux pressions partielles pour ce système et donne la relation existant entre ces deux constantes.

Exercice 7

Soit le mélange d'alcool éthylique et d'acide acétique, le système évolue. A l'équilibre à $15^\circ C$, 1l de solution renferme 15g d'alcool éthylique, 20g d'acide acétique, 56g d'acétate d'éthyle et 12g d'eau.

1. Calcule la constante d'équilibre K_C .
2. On ajoute 20g d'acide acétique au mélange. Dans quel sens évolue l'équilibre ?
3. Détermine les concentrations en acide, alcool, ester et eau du nouvel équilibre qui s'établit.

Exercice 8

On considère l'équilibre : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$
A $300^\circ C$, la constante d'équilibre de cette réaction est $K_P = 11,5atm$. On introduit dans un récipient maintenu à $300^\circ C$ une quantité de PCl_5 telle que $P_{PCl_5} = 10atm$ avant que PCl_5 n'ait commencé à se dissocier.

1. Détermine les valeurs de P_{PCl_2} ; P_{PCl_3} ; P_{PCl_5} lorsque l'équilibre est rétabli à $300^\circ C$.
2. Une fois l'équilibre rétabli, supposons que le volume réactionnel soit multiplié par 10. Détermine les valeurs des pressions partielles après rétablissement de l'équilibre ?

Exercice 9

Le dioxyde d'azote et son dimère sont en équilibre selon l'équation bilan : $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

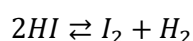
Sous la pression de 1atm et à 54°C, la densité par rapport à l'air du mélange à l'équilibre est 2,34.

1. Calcule les pressions partielles des deux constituants.
2. Calcule K_p .
3. Détermine la composition du mélange à la même température sous 10atm.

$M(N) = 14\text{g/mol}$ et $M(O) = 16\text{g/mol}$

Exercice 10

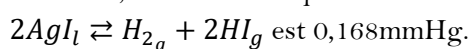
On considère l'équilibre suivant à 25°C :



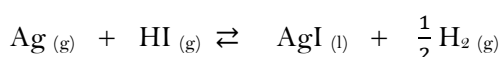
Le degré de dissociation de HI est $\alpha = 0,245$. Calcule K_p à cette température et déduire la valeur de K_c .

Exercice 11

A 1115°C, la constante K_p de la réaction :

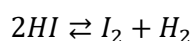


1. Exprime K_p en atm.
2. Calcule la valeur de la constante K_c de cet équilibre à cette température.
3. Détermine les nouvelles valeurs des constantes K_c' et K_p' lorsque l'équilibre est écrit de la façon suivante :



Exercice 12

On considère la dissociation de l'acide iodhydrique :



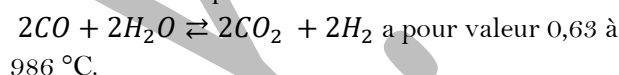
Sachant qu'on est parti de 2 moles de HI et qu'à l'équilibre 25% de l'acide se sont dissociés, on demande :

1. La composition du mélange à l'équilibre
2. Calcule K_c et K_p
3. Dis ce qui se passe si on introduit dans le mélange 2 moles d'hydrogènes.

Détermine alors le degré de dissociation de l'acide ?

Exercice 13

La constante d'équilibre de la réaction :

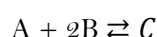


On place dans un récipient à cette température un mélange de 1 mole de vapeur d'eau et 3 moles d'oxyde de carbone, la pression étant 2atm.

1. Détermine la pression totale à l'équilibre ?
2. Détermine le nombre de moles d'hydrogène présent à l'équilibre.
3. Détermine la pression partielle de chacun des gaz dans le mélange à l'équilibre.

Exercice 14

Soit la réaction suivante en milieu homogène liquide :



A l'équilibre pour une température donnée, on a 0,2 mole de A ; 0,4 mole de B et 2 moles de C.

1. Calcule la constante d'équilibre K_c relative à cet équilibre sachant que la réaction a lieu dans un récipient de volume V.
2. Calcule la valeur de K_c pour $V = 5\text{L}$; donne sa dimension.

Exercice 15

Pour réaliser la synthèse de l'ammoniac selon la réaction : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

On chauffe à 400°C un mélange formé de 28g de diazote et 6g de dihydrogène. A l'équilibre, il reste 13,44g de diazote ; la pression totale est 300 atm.

1. Détermine la pression partielle de chacun des gaz à l'équilibre.
2. Calcule la constante d'équilibre relative aux pressions partielles K_p .
3. Dans l'intervalle de température la constante K_p varie avec la température absolue suivant la loi :

$$\ln K_p - 23,83 + \frac{1,11 \cdot 10^4}{T}$$

Calcule K_p à la température de 127°C.

Exercice 16

On considère la réaction entre l'eau et le monoxyde de carbone à la température de 413°K. Il se forme alors dans les conditions de l'expérience, du dioxyde de carbone et du dihydrogène.

A l'équilibre on trouve 0,2 mole de monoxyde de carbone, 0,7 mole de dihydrogène, 0,3 mole d'eau et 0,86 mole de dioxyde de carbone.

1. Ecris l'équation bilan de la réaction. Indique la température en degré Celsius et déduis les différentes phases présentes dans la réaction.
2. On ajoute 0,5 mole d'eau au système en équilibre. Quel serait le nombre de moles de dihydrogène après rétablissement de l'équilibre ?

Exercice 17

On fait agir un acide carboxylique A sur un alcool B. On obtient le corps E de formule $CH_3 - COO - C_2H_5$

1.
 - a. Dis comment on appelle une telle réaction.
 - b. Trouve les formules de A et B dont dérivé E, puis écris l'équation –bilan de la réaction (on donnera les noms de A, B, et E).
 - c. Dis comment on peut accélérer la dissociation de l'acide.
2. Calcule la constante d'équilibre relative aux concentrations molaires si on part d'une mole de A et d'une mole de B.
3. Dis quelle serait la composition du mélange à l'équilibre si l'on doublait le nombre de mole de

l'acide (le nombre de mole de l'alcool étant toujours 1 mole) à la même température.

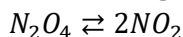
Exercice 18

On fait réagir à température constante, de l'acide acétique et de l'éthanol.

1. Ecris l'équation bilan de la réaction et rappelle brièvement quelques caractéristiques de cette réaction.
2. On a mélangé 0,6 mol d'acide acétique et 0,6 mol d'éthanol. Détermine :
 - a. La composition du mélange à l'équilibre.
 - b. La constante d'équilibre relative aux concentrations K_c .
 - c. A ce mélange à l'équilibre, on ajoute 1 mol d'éthanol. Détermine la composition du mélange lors du nouvel état d'équilibre.

Exercice 19

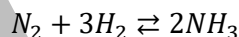
Soit l'équilibre suivant en phase gazeuse :



1. Calcule la variance de ce système. Dis quels facteurs de l'équilibre on peut choisir pour définir ce système ?
2. Exprime en fonction de la pression totale P et du degré de dissociation α , la constante d'équilibre K_p relative aux pressions partielles. Précise l'unité.
3. Sachant qu'à 27°C , sous une pression $P = 1 \text{ atm}$, $K_p = 0,17$ (unité ?) ; Calcule le coefficient de dissociation α
4. Etablis pour ce système, la relation entre K_p et la constante d'équilibre relative aux concentrations molaires K_c , Calcule K_c à 27°C .
5. Dis sous quelle pression on aurait un degré de dissociation de 0,6. ($t = 27^\circ\text{C}$)

Exercice 20

On effectue la synthèse de l'ammoniac :



On introduit à l'instant $t = 0\text{s}$, à 600°C et sous la pression de 200 atmosphères, une mole de diazote et 3 moles de dihydrogène.

A l'équilibre il s'est formé 0,24 mole de NH_3 .

1. Calcule la variance du système à l'équilibre.
2. Calcule les pressions partielles à l'équilibre.
3. Déduis-en la pression totale à l'équilibre et la valeur de la constante d'équilibre K_p .

Exercice 21

Soit l'équation : $H_2O + CO \rightleftharpoons CO_2 + H_2 + Q$ où tous les corps sont gazeux.

1. Comment évolue l'équilibre précédent lors :
 - a. D'une diminution de pression.

- b. D'une diminution de température sachant que la réaction est exothermique dans le sens 1.
2. Calcule la variance de ce système dans le cas général.
 3. Sachant qu'à 750°C , le mélange gazeux renferme 8,4g de monoxyde de carbone, 1,62 g d'eau, 21,12g de dioxyde de carbone et 0,26 g de dihydrogène, calcule la constante d'équilibre K_c relative aux concentrations à cette température.

Exercice 22

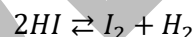
On considère l'équilibre homogène gazeux suivant :



1. Exprime K_p en fonction du coefficient de dissociation de PCl_5 et de la pression totale P régnant à l'équilibre.
2. Sachant qu'à une certaine température 50% de PCl_5 sont dissociés sous une pression de 1atm. Calcule K_p à cette température

Exercice 23

On considère la dissociation de l'acide iodhydrique :



On introduit dans un récipient vide de volume 6L, maintenu à 627°C , 2moles d'acide iodhydrique. A l'équilibre on constate que la somme des pressions partielles du diiode et du dihydrogène est égale à 6,15 atm.

1. Détermine la pression totale à l'équilibre et le coefficient de dissociation de l'acide iodhydrique.
2. Calcule la constante d'équilibre K_p .
 $R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.K^{-1}$.

Exercice 24

Soit l'équilibre : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

Sous une pression totale de 1atm à 250°C , 0,3mole de PCl_5 , 0,7mole de PCl_3 et 0,2mole de Cl_2 sont en équilibre.

1. Calcule la constante d'équilibre relative aux pressions partielles.
2. En maintenant la pression égale à 1atm, on introduit 1mole de dichlore.
 - a. Dans quel sens évolue l'équilibre ?
 - b. Quelle sera la composition du mélange dans le nouvel équilibre ?

LES SOLUTIONS AQUEUSES

Exercice 1

On prélève 200cm^3 d'une solution de chlorure de sodium de concentration 10^{-2}mol/L et on ajoute 300cm^3 d'eau distillée. Quelle est la nouvelle concentration molaire en ion Na^+ et en ion Cl^- ?

Exercice 2

On dissout 0,1mol de chlorure de baryum BaCl_2 dans 500cm^3 d'eau.

1. Calcule la concentration molaire en ions Ba^{2+} et en ion Cl^- .
2. La solution est-elle électriquement neutre ?

Exercice 3

Soit une solution commerciale A_0 d'acide sulfurique H_2SO_4 de densité par rapport à l'eau égale à 1,815 et contenant 90% en masse d'acide pur de H_2SO_4 .

1. Calcule la concentration molaire de la solution commerciale d'acide sulfurique.
2. On prépare un litre d'une solution A_1 de H_2SO_4 en prélevant 10,0mL de la solution A_0 .
 - a. Donne le nom de cette opération
 - b. Calcule la concentration de la solution A_1 obtenue

On donne : $M(\text{S}) = 32$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$

Exercice 3

On fait dissoudre 448mL de chlorure d'hydrogène gazeux dans 250mL d'eau.

1. Calcule la concentration molaire Ca de la solution.
2. Le pH de la solution est 1,1. Montre que HCl est un acide fort.
3. On dilue 4 fois la solution précédente.
 - a. Quel le volume d'eau ajouté ?
 - b. Quel est le pH de la solution diluée ?

Exercice 4

Complète le tableau

Solution	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol/L)	$[\text{OH}^-]$ (mol/L)	pH	Nature
S1	$2,5 \cdot 10^{-3}$			
S2		$8,0 \cdot 10^{-5}$		
S3			5,7	
S4			12,3	
S5		$4,0 \cdot 10^{-9}$		
S6	$3,6 \cdot 10^{-4}$			

Exercice 4

On dissout $m = 0,253\text{g}$ d'acide perchlorique HClO_4 dans un volume $V = 2\text{L}$ d'eau.

Le pH de la solution est égal à 2,9.

1. Montre que l'acide perchlorique est un acide fort.

2. Ecris l'équation-bilan de dissolution du HClO_4 dans l'eau.
3. Calcule le volume d'eau distillée qu'il faut ajouter à 40mL d'une solution d'acide perchlorique de $\text{pH} = 1,7$ pour obtenir une solution de $\text{pH} = 2,4$.

Exercice 5

On mélange à 25°C , 2L d'une solution d'acide chlorhydrique de $\text{pH} = 2,3$ et 3L d'une solution d'acide nitrique à $1,5 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$.

1. Calcule les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.
2. Quel est le pH de la solution obtenue.

Exercice 6

A 25° , on dissout 0,1g de potasse (hydroxyde de potassium) dans 250mL d'eau pure. Puis on ajoute 500mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de $\text{pH} = 11$ à la solution obtenue.

Quel est le pH de la solution final ?

$M(\text{Na}) = 23$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{K}) = 39$.

Exercice 7

On dissout une masse $m = 1,2\text{L}$ de chlorure d'hydrogène dans un volume $V = 0,5\text{L}$ d'eau (pas de variation de volume pendant la dissolution). Données : Volume molaire $V_m = 24\text{L/mol}$.

1. Ecris l'équation bilan de la réaction de dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau.
2. Calcule la concentration de la solution obtenue.
3. Déduis-en son pH.

Exercice 8

On dissout une masse $m = 0,2\text{g}$ d'hydroxyde de sodium dans un volume $V = 200\text{cm}^3$ d'eau pure.

1. Ecris l'équation de la dissolution.
2. Calcule la concentration de la solution obtenue
3. Calcule le pH de la solution.
4. Calcule le volume d'eau qu'il faut ajouter à $V_i = 20\text{mL}$ de la solution précédente pour obtenir une solution à $\text{pH} = 11$.

Exercice 9

Une solution d'acide nitrique (HNO_3) a une valeur de $\text{pH} = 2,7$.

1. Ecris son équation d'ionisation dans l'eau.
2. Calcule la concentration molaire initiale en acide nitrique.
3. Calcule la concentration de toutes les espèces chimiques présentes.

Exercice 10

Une solution d'hydroxyde de potassium KOH de concentration $5,0 \cdot 10^{-4}\text{mol/L}$ a un $\text{pH} = 10,7$.

1. Montre qu'il s'agit d'une base forte.
2. Ecris l'équation bilan de dissolution de de KOH dans l'eau.

3. Calcule la concentration de toutes les espèces chimiques présentes.

Exercice 11

On considère que l'acide sulfurique H_2SO_4 est un diacide fort.

1. Ecris l'équation bilan de dissolution de H_2SO_4 dans l'eau.
2. Calcule le pH d'une solution d'acide sulfurique à $3.10^{-3}mol/L$.

Exercice 12

L'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ est soluble dans l'eau à raison de 1,9g/L à 25°C. On obtient une solution saturée. On donne : $M(Ca) = 40$; $M(O) = 16$; $M(H) = 1$ en g/mol.

1. Ecris l'équation- bilan de dissolution de $Ca(OH)_2$ dans l'eau.
2. Calcule la concentration molaire de l'hydroxyde de calcium dissout, de l'ion Ca^{2+} et OH^- .
3. Montre que le pH d'une telle solution vaut 2,4.

Exercice 13

Dans un bécher, on mélange les solutions suivantes :

- Acide chlorhydrique : $V_1 = 15mL$ et $C_1 = 10^{-3}mol/L$;
- Acide nitrique : $V_2 = 7,5mL$ et $C_2 = 10^{-4}mol/L$
- Acide bromhydrique : $V_3 = 7,5mL$ et $C_3 = 10^{-3}mol/L$
- De l'eau distillée : $V_4 = 970mL$.

1. Calcule la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans la solution finale.
2. Calcule le pH de la solution finale.
3. Vérifie l'électroneutralité de cette solution.

Exercice 14

La lessive de soude est une solution concentrée d'hydroxyde de sodium que l'on trouve facilement dans les grandes surfaces.

On donne $Ke = 10^{-14}$ à 25°C.

1. Un flacon commercial de 1L de lessive de soude, de densité 1,333 contient en masse 35% d'hydroxyde de sodium NaOH pur. Calcule la concentration de la lessive de soude.
2. On désire préparer pour une séance de TP, 500mL d'une solution de lessive de soude de concentration $C = 0,5mol/L$ par dilution d'un volume V_0 de solution commerciale de lessive de soude. Détermine V_0 .
3. Dans un autre flacon, on dispose d'une solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de pH= 12. Calcule la concentration des ions présents dans cette solution.

4. On prélève un volume $V_1 = 200mL$ diluée de NaOH de concentration $C_1 = 0,5mol/L$. On y ajoute un volume $V_2 = 50mL$ d'une solution de $Ca(OH)_2$ de concentration $C_2 = 0,01mol/L$. On obtient une solution S.

5. Calcule les concentrations des ions présents dans la solution S et déduis-en le pH de S.

On donne : masse molaire en g/mol : Na : 23 ; H : 1 ; O : 16 ; Ca : 40 et $\rho_{eau} = 1g/cm^3$

Exercice 15

Une solution aqueuse de volume $V = 500mL$ a un pH = 12 à 25°C où $Ke = 10^{-14}$

On a obtenu cette solution en dissolvant deux masses identiques m_1 de chlorure de calcium ($CaCl_2$) et m_2 d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$. On admet que ces deux composés sont totalement dissociés dans l'eau.

1. Donne les espèces chimiques ioniques en solution.
2. Calcule les concentrations molaires des ions hydroniums et hydroxyde.
3. En admettant que les ions hydroxydes proviennent principalement de la dissociation de $Ca(OH)_2$.
4. Calculer les masses m_1 et m_2
5. Calcule les concentrations molaires des autres ions.
6. On ajoute un volume $V_e = 500mL$, d'eau à la solution précédente
 - a. Calcule les nouvelles concentrations des ions.
 - b. Calcule le nouveau pH.

Exercice 16

On considère une solution aqueuse de chlorure d'ammonium de concentration 0,01mol/L. Son pH vaut 5,6 à 25°C.

Le chlorure d'ammonium NH_4Cl est un composé ionique.

1. Ecris l'équation de sa dissolution dans l'eau.
2. La solution d'ions ammonium est-elle acide ou basique. Justifie.
3. Montre qu'elle est faible.
4. Ecris l'équation de la réaction de l'ion ammonium avec l'eau sachant qu'il donne l'ammoniac.
5. Calcule les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution de chlorure d'ammonium

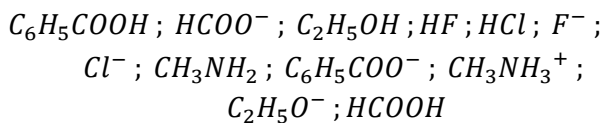
Exercice 17

A 25°C, une solution d'éthanoate de sodium de concentration $C_b = 10^{-2}mol/L$ a un pH égal à 8,4. Détermine les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.

LES COUPLES ACIDE-BASE

Exercice 1(brochure RCI)

On considère les espèces chimiques suivantes :



1. Précise leur nom
2. Forme tous les couples acides/base possibles à partir des espèces chimiques précédentes.
3. Repère ceux dont l'une des formes acide ou base est forte.
4. Ecris leur équation de réaction avec l'eau si possible.

Exercice 2 RCI

Une solution d'acide éthanoïque de concentration $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$ et a un $pH = 3,9$.

1. Montre que l'acide éthanoïque est un acide faible.
2. Ecris l'équation d'ionisation de l'acide acétique.
3. Quel est le couple acido-basique est mis en jeu ?
4. Détermine les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
5. Calcule la constante d'acidité K_a du couple et déduis-en son pK_a .
6. Déduis-en le coefficient d'ionisation α de l'acide acétique. Conclue.

Exercice 3 TOP chrono

Une solution d'acide hypochloreux $HClO_3$ de concentration molaire $C_a = 3.10^3 \text{ mol/L}$ a un $pH = 5,1$.

1. L'acide hypochloreux est-il un acide fort ou faible ? Justifie.
2. Ecris l'équation bilan de la réaction avec l'eau.
3. Quel couple acido-basique est mise en jeu ?
4. Calcule les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.
5. Déduis-en le coefficient de dissociation α de l'acide dans l'eau et conclus.
6. Donne l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide /base. Calcule sa valeur ainsi que son pK_a .
7. Compare la force de cet acide avec celui du couple NH_4^+/NH_3 de $pK_a = 9,2$. Justifie

Toutes les expériences se font à $25^\circ C$: $K_e = 10^{-14}$

Exercice 4 RCI

On mesure le pH de 100 mL d'acide méthanoïque de concentration $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$. On trouve $pH = 2,9$.

On ajoute alors $V_e = 900 \text{ mL}$ d'eau distillée à la

solution précédente, on homogénéise et on mesure à nouveau le pH . On trouve $pH = 3,4$.

1.
 - a. L'ionisation est-elle partielle ou totale ? Justifie la réponse.
 - b. Ecris l'équation d'ionisation de l'acide méthanoïque.
2. Calcule dans les deux cas les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.
3. Détermine dans les deux cas le coefficient d'ionisation de l'acide méthanoïque.
4. Déduis-en l'effet de la dilution sur l'équilibre chimique d'ionisation de l'acide méthanoïque.

Exercice 5

On mesure le pH de $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution de méthylamine de concentration $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$. On trouve $pH = 11,3$. On ajoute alors $V_e = 450 \text{ mL}$ d'eau distillée à la solution précédente, on trouve $pH = 10,8$.

1. Montre que la méthylamine est une base faible.
2. Ecris l'équation d'ionisation de la méthylamine.
3. Calcule dans les deux cas, les concentrations des espèces chimiques présentes en solution.
4. Détermine dans les deux cas, le coefficient d'ionisation de la méthylamine.

Déduis-en l'effet de la dilution sur l'équilibre d'ionisation de la méthylamine.

Exercice 6

On dissout $m = 0,144 \text{ g}$ de benzoate de sodium C_6H_5COONa dans $V_e = 100 \text{ mL}$ d'eau pure. La solution obtenue a un $pH = 8,1$.

1. Calcule la concentration de chacune des espèces chimiques présentes en solution.
2. Déduis-en le pourcentage β des ions benzoate $C_6H_5COO^-$ qui ont capté un proton.
3. On ajoute à la solution précédente $V_a = 0,5 \text{ mL}$ d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 1 \text{ mol/L}$. Le pH de la solution est alors égal à $4,2$. En négligeant la variation de volume provoquée par l'ajout de l'acide, réponds aux mêmes questions qu'au numéro 1.
4. Conclue sur l'évolution de l'équilibre acido-basique lors de l'ajout sans dilution de l'acide fort.

Exercice 7

1. Détermine la masse d'acide benzoïque C_6H_5COOH que l'on doit dissoudre dans l'eau distillée pour obtenir $V_a = 200 \text{ cm}^3$ d'une solution de concentration $C_a = 0,1 \text{ mol/L}$?

2. Le pH de cette solution est égal à $2,6$.
 - a. Calcule les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

- b. L'acide benzoïque est-il un acide fort ou faible ?
- c. Pouvait-on prévoir la réponse à la question précédente à partir de la seule donnée du pH.
3. On prélève 100cm^3 de cette solution et on lui ajoute 5cm^3 d'une solution d'hydroxyde de sodium à 10^{-1}mol/L . Le pH devient alors égal à 4,2. Calcule les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

Exercice 8

On considère le couple acide / base : ion méthylammonium / méthylamine ($\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$).

1. Ecris l'équation de la réaction de la méthylamine avec l'eau.
2. A un volume $V_1 = 20\text{cm}^3$ d'une solution aqueuse de méthylamine de concentration $C_1 = 10^{-1}\text{mol/L}$, on ajoute un volume $V_2 = 10\text{cm}^3$ d'une solution de chlorure de méthylammonium ($\text{CH}_3\text{NH}_3^+, \text{Cl}^-$) de concentration $C_2 = 2.10^{-2}\text{mol/L}$. Le pH du milieu est égal à 10,6.
- a. Dresse la liste des espèces chimiques présentes dans le milieu.
- b. Calcule leur concentration molaire volumique.
3.
 - a. Calcule la constante d'acidité K_a ainsi que le $\text{p}K_a$ du couple $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$.
 - b. Compare la valeur du $\text{p}K_a$ trouvé à celle du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ qui vaut 9,2.

On négligera les concentrations des ions H_3O^+ et OH^- devant celles des ions Cl^- .

On donne : $\text{p}K_a(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = 9,2$

Exercice 9

- Le pH d'une solution aqueuse d'ammoniac de concentration $C = 10^{-2}\text{mol/L}$ est égal à 10,6.
 - Le pH d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de concentration $C' = 10^{-2}\text{mol/L}$ est égal à 8,4.
1. L'ammoniac est-il une base forte ? Justifie la réponse.
 2. Compare les forces de NH_3 et $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$. Justifie la réponse.
 3. Calcule la concentration molaire volumique de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution d'ammoniac.
- Déduis-en le $\text{p}K_a$ du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.

4. Le $\text{p}K_a$ du couple $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ est égale 4,8. Compare les forces de CH_3COOH et NH_4^+ . Justifie la force.
5. Sur un axe gradué en pH, place les domaines de prédominance des diverses formes de ces deux couples.
L'acide éthanoïque et l'ammoniac peuvent-ils être les majoritaires de la même solution ? Justifie la réponse.
On mélange les deux solutions d'ammoniac et d'éthanoate de sodium. Le pH de la solution obtenue est égal à 9.
Des deux couples en présence, quelles sont les espèces chimiques qui prédominent dans la solution obtenue ? Justifie la réponse.

LES REACTIONS ACIDO-BASIQUES

Exercice 1

Dans un bécher, on introduit 20 cm^3 d'une solution d'ammoniac C inconnue. On ajoute, à l'aide d'une burette, un volume V(en cm^3), d'une solution d'acide chlorhydrique à 10^{-1} mol/L . On obtient le tableau suivant :

V	0	0,5	1	2	3	4	5
pH	10,9	10,6	10,35	10,05	9,85	9,7	9,5

6	7	8	9	10	10,5	10,85	11	11,05
9,35	9,2	9	8,8	8,4	8,1	7,45	6,2	5,05

11,1	11,2	11,5	12	13	14	15	16
3,7	3,2	2,8	2,5	2,15	2	1,9	1,8

- Trace la courbe $\text{pH} = f(V)$. Précise ses différentes parties.
- Ecris l'équation bilan entre les solutions d'acide chlorhydrique et d'ammoniac.
 - Quelle est la valeur du volume équivalent.
 - Au point équivalent le pH est-il supérieur ou inférieur à 7 ? Le résultat lu sur la courbe était-il prévisible ?
- Etablis la composition de la solution à la demi-équivalence. Donne le pK_a du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.

Exercice 2

On a réalisé un dosage acido-basique par la méthode pH-métrique à 25°C .

A $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution S_1 de concentration molaire volumique C_1 , on a ajouté progressivement un volume croissant V_2 d'une solution S_2 de concentration molaire volumique C_2 .

On a relevé le pH du mélange obtenu.

$V_2(\text{mL})$	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4
pH	3	3,5	3,8	4	4,1	4,2	4,3	4,5

5	6	7	8	9	10	11	12	13
4,6	4,8	4,9	4,9	5	5,2	5,3	5,4	5,6

14	15	15,5	15,7	15,9	16	16,1	16,5
5,8	6,1	6,6	6,8	7,3	9	10,5	11,2

17	18	19	20	25
11,6	11,8	12	12,1	12,7

- Trace la représentation graphique de la fonction définie par : $\text{pH} = f(V_2)$.
Echelles : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ cm}^3$ et $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1$ unité de pH.
-

- Précise dans quelle solution (S_1 ou S_2) se trouve l'acide. Est-il fort, faible ou très faible ? Justifie les réponses.
 - Précise dans quelle solution (S_1 ou S_2) se trouve la base. Est-elle forte, faible ou très faible ? Justifie les réponses.
 - Quel type de solution a-t-on obtenue ? Donne ses propriétés ?
3. On veut obtenir une solution de même type qu'au 2.c) en mélangeant :
- Une solution de chlorure d'hydrogène avec une solution de chlorure d'ammonium ;
 - Une solution de chlorure d'hydrogène avec une solution de méthylamine

Des propositions, quelle est la bonne ? Justifie votre réponse.

Exercice 3

- On dissout $V = 1200 \text{ mL}$ de chlorure d'hydrogène dans $V = 250 \text{ mL}$ d'eau. On obtient une solution d'acide chlorhydrique.
 - Ecris l'équation-bilan de la réaction qui se produit.
 - Détermine la concentration molaire volumique C de cette solution.
- Par dilution de cette solution, on prépare une solution A de concentration molaire volumique $C_A = 0,1 \text{ mol/L}$. A l'aide de cette solution A, on dose une solution aqueuse base faible B de concentration molaire volumique C_B dont l'acide conjugué sera noté BH^+ . Pour cela, on ajoute progressivement à un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ de la solution basique, la solution A. Le volume V_A versé de la solution A est mesuré à l'aide d'une burette graduée et l'on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution du pH du mélange. On obtient les résultats suivants :

$V_A(\text{mL})$	0	2,5	5	7,5	9	10,5
pH	11,1	10,2	9,6	9,3	9,2	9,1

12,5	15	16	17	17,5	18	18,5
9	8,5	8,2	7,5	7	5,6	3,8

19	20	22,5	25,5
3,4	3	2,6	2,4

- Ecris l'équation-bilan de la réaction qui se produit.
- Trace la courbe représentative des variations du pH en fonction de V_A .
Echelle : Abscisse : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ mL}$;
Ordonnée : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1$ unité de pH
- Détermine graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E.

- d. Que se passe-t-il à l'équivalence acido-basique ?
Détermine la concentration molaire volumique C_B .
- e. Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution initiale de base faible et détermine le pK_a du couple BH^+/B .
- f. Retrouve graphiquement la valeur du pK_a . Justifie la réponse.

Donnée : volume molaire dans les conditions de l'expérience $V_M = 24L/mol$.

Exercice 4

On dose par pH-métrie 20 mL d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique, de formule générale HA, de concentration inconnue par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1 mol/L$. On note les résultats suivants où V_B représente le volume de solution d'hydroxyde de sodium versé, en mL.

V_B	0	2	4	6	8	10	11	12	14
pH	2,6	3,2	3,6	3,8	4	4,2	4,2	4,3	4,5

	16	18	19	20	21	23	25	29
	4,7	5	5,3	8,2	11	11,5	11,6	11,8

- Ecris l'équation de la réaction chimique qui se produit.
- Trace sur papier millimétré, la courbe $pH = f(V_B)$.
Echelle : $1cm \leftrightarrow 1$ unité de pH ; $1cm \leftrightarrow 2 mL$.
- Justifie de trois façons que l'acide HA est faible.
- Vers quelle valeur tendrait le pH, si on continuait à ajouter la solution basique au-delà de $V_B = 29mL$?
- Détermine graphiquement le point d'équivalence E. Déduis-en la concentration molaire volumique C_A de la solution acide.
- Trouve graphiquement la valeur du pK_a du couple HA/A^- . Déduis-en la valeur du K_a . Identifie cet acide à l'aide du tableau ci-dessous.

Acide	méthanoïque	éthanoïque	propa-noïque	Phényl-éthanoïque
K_a	$1,7.10^{-4}$	$1,8.10^{-5}$	$1,4.10^{-3}$	$6,3.10^{-5}$

- Calcule les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution acide initiale et retrouve la valeur du pK_a déterminé graphiquement.

Exercice 5

On verse dans $V_a = 200mL$ d'acide chlorhydrique une solution de soude de concentration $C_b = 0,5mol/L$.

On mesure le pH en fonction du volume V_b de soude versé.

$V_b(mL)$	0	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	4,9
pH	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,6	2,9	3,6

	5,0	5,1	5,5	6,0	7,0	10,0	12,0
	5,1	10,3	11,0	11,3	11,6	11,8	11,9

- Fais le schéma annoté du montage.
- Trace la courbe $pH = f(V_b)$.
Echelle $1cm \leftrightarrow 1$ unité de pH et $1cm \leftrightarrow 1mL$
- Détermine le point d'équivalence par la méthode des tangentes et déduis-en le pH à l'équivalence.
- Calcule la concentration molaire C_a de la solution d'acide.
- Calcule les diverses concentrations pour
- $V_b = 3mL$.

Exercice 6

On étudie deux acides : l'acide monochloroéthanoïque $CH_2ClCOOH$ et l'acide phényléthanoïque $C_6H_5CH_2COOH$.

- L'acide monochloroéthanoïque est un acide faible.
Une solution de concentration $C = 5.10^{-2}mol/L$ a un $pH = 2,7$.
 - Ecris l'équation bilan de la réaction de cet acide avec l'eau.
 - Identifie les espèces chimiques présentes dans la solution.
- Calcule leur concentration molaire volumique.
 - Déduis-en la valeur du pK_a du couple acide/base mis en jeu.
- Dans un volume $V_a = 20cm^3$ d'une solution d'acide phényléthanoïque, on verse progressivement un volume V_b d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_b = 0,1mol/L$. Après chaque ajout de la solution de base, on mesure le pH du mélange. On note les résultats dans le tableau suivant :

$V_B(cm^3)$	0	2	4	6	8	10	11
pH	2,65	3,2	3,6	3,7	4	4,2	4,2

	12	14	16	18	18,5	19	19,4	19,8
	4,3	4,45	4,7	5,05	5,15	5,3	5,5	5,75

	20	20,2	20,6	21	23	25	29
	6,75	6,7	10,35	11	11,45	11,6	11,75

	38	40	44	48
	2,90	2,80	2,60	2,50

- Trace la courbe de variation de $pH = f(V_b)$.

Echelle : $1cm \leftrightarrow 1$ unité de pH ; $1cm \leftrightarrow 2cm^3$

- b. S'agit-il d'un acide fort ou d'un acide faible ? Justifie ta réponse.
- c. Détermine graphiquement le point d'équivalence.
- d. Calcule la concentration molaire volumique initiale C_a de l'acide.
- e. Détermine graphiquement la valeur du pK_a du couple acido-basique mis en jeu.
- 4.
- a. Compare les forces des deux acides étudiés.
- b. Dans une solution tampon de $pH = 3,4$, on ajoute une quantité modérée de chacun de ces deux acides. Quel est pour chaque couple acido-basique l'espèce chimique prédominante ?

Exercice 7

L'éthylamine $C_2H_5NH_2$ est une base faible dans l'eau.

1. On observe une solution aqueuse d'éthylamine de concentration molaire volumique X (mol/L). Son pH est 11,4
- a. Ecris l'équation bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau
- b. Calcule la concentration molaire volumique des diverses espèces chimiques présentes dans la solution sachant que le pK_a du couple acido-basique mis en jeu vaut 10,8.
- c. Calcule X .
2. On place un volume $V_b = 50\text{mL}$ de la solution d'éthylamine précédente dans un bécher et l'on y verse, à l'aide d'une burette, un volume V_a d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 0,02\text{mol/L}$. Après chaque addition d'acide, on mesure le pH de la solution contenue dans le bécher. On obtient les valeurs contenues dans le tableau ci-dessus.

$V(\text{cm}^3)$	0	4	8	12	16	20
pH	11,4	11,2	11,05	10,9	10,75	10,55

32,2	32,5	32,7	33	34	35	36
8,75	6,45	4,30	3,90	3,45	3,20	3,10

24	26	27	28	29	30	31	32
10,3	10,15	10,05	9,95	9,85	9,65	9,45	8,95

- a. Ecris l'équation de la réaction chimique qui a lieu lors de ce dosage.
- b. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction chimique ?
- 3.
- a. Trace la courbe de dosage $pH = f(V)$.

Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 2\text{cm}^3$ et $1\text{cm} \leftrightarrow 1 \text{ unité de } pH$

- b. Détermine graphiquement les coordonnées du point d'équivalence par la méthode des tangentes.
- 4.
- a. Calcule la concentration X de la solution d'éthylamine.
- b. Compare avec le résultat de la question 1.c.
5. On dispose de trois indicateurs colorés dont on donne la zone de virage :

Hélianthine	Bleu de Bromothymol	Phénolphtaléine
3,2 – 4,4	6 – 7,6	8,2 – 10,0

Quels sont ceux qui pourraient être utilisés pour effectuer le dosage précédent ?

Exercice 8

1. On dissout $V = 1,5\text{L}$ d'ammoniac gazeux dans $V_e = 500\text{mL}$ d'eau pure. Calcule la concentration molaire volumique C_b de la solution obtenue. On donne $V_m = 25\text{mL}$.
2. Afin de vérifier cette concentration, on prélève $V_b = 20\text{mL}$ de la solution d'ammoniac et on ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,1\text{mol/L}$. Pour chaque volume d'acide versé, on note le pH de la solution correspondante. On obtient ainsi le tableau de valeurs suivants :

$V_a(\text{mL})$	0	2	4	6	8	10
pH	11,1	10,4	9,6	9,4	9,3	9,2

12	14	16	18	18,5	19
9	8,8	8,6	8,2	8	7,8

19,5	20	20,5	21	22	24	30
7,3	5,1	2,5	2,2	1,8	1,4	1,2

- a. Ecris l'équation bilan de la réaction chimique qui a lieu dans le mélange.
- b. Construis la courbe donnant le pH en fonction de V_a .

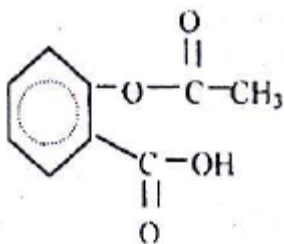
Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 2\text{mL}$ et $1\text{cm} \leftrightarrow 1 \text{ unité de } pH$

- c. Situe sur la courbe le point d'équivalence E et précise ses coordonnées.
- d. Déduis-en la concentration molaire volumique C_b de la solution d'ammoniac.
- e. Justifie de trois manières différentes que l'ammoniac est une base faible.

- f. Détermine graphiquement le pKa du couple acido-basique mis en jeu et dis de quel couple il s'agit.
3. On veut retrouver par calcul la valeur du pKa de ce couple. Pour cela on considère la solution obtenue pour $V_a = 10\text{mL}$.
- a. Fais l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes dans le mélange.
- b. Calcule leur concentration molaire volumique respective.
- c. Déduis-en le pKa de ce couple acido-basique.

Exercice 9

L'acide acétylsalicylique est le composant actif des comprimés d'aspirine. L'acide acétylsalicylique connu sous le nom commercial d'aspirine a la formule ci-contre :



Ce corps possède la fonction acide carboxylique et la fonction ester.

1. Détermine la formule brute et la masse molaire de l'aspirine.
2. On se propose de déterminer la masse d'acide contenue dans un comprimé d'aspirine. Pour cela, on dissout un comprimé d'aspirine (non effervescent) dans 250 cm^3 d'eau distillée. Le mélange obtenu est agité à l'aide d'un agitateur magnétique pendant une vingtaine de minutes jusqu'à la dissolution aussi complète que possible de l'aspirine. On dose 100 mL de la solution A d'aspirine à l'aide d'une solution B d'hydroxyde de sodium décimolaire. Dans les conditions expérimentales du dosage, l'ester ne réagit pas avec la solution d'hydroxyde de sodium. Le dosage suivi au pH-mètre a donné les résultats suivants :

$V_b (\text{cm}^3)$	0	0,5	1	2	4	5	6
pH	2,77	3,10	3,30	3,40	3,45	3,50	3,55

7	9	10	10,5	10,8	11	11,3	12	13
3,60	3,80	4,10	4,70	6,10	8	11	11,9	12,1

- a. Fais le schéma du dispositif expérimental.
- b. Trace la courbe $\text{pH} = f(V_b)$
Echelle : en ordonnée : 1cm pour une unité de pH
En abscisse : 1cm pour 1cm^3
- c. L'acide acétylsalicylique est-il un acide fort ou faible ? Justifie la réponse.

- d. Ecris l'équation-bilan de la réaction acide-base qui se produit lors du dosage.
- e. Déduis de la courbe obtenue :
 - Les coordonnées du point équivalent
 - La concentration molaire C_a de la solution d'aspirine.
- f. Détermine graphiquement le pKa du couple acide-base mis en évidence.
- g. Calcule le nombre de moles et la masse d'acide acétylsalicylique dans un comprimé d'aspirine.
- h. Calcule les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces présentes dans la solution qui a été dosée.
Déduis-en le pKa et compare sa valeur à celle déterminée graphiquement.
- i. On dispose de trois indicateurs colorés dont on précise les zones de virage.

- Hélianthine : 3,1 – 4,4
- Rouge de phénol : 6,8 – 8,4
- Phénolphtaléine : 8,2 – 10

Représente ces zones de virage sur le graphe $\text{pH} = f(V_b)$.

Quel(s) indicateur(s) coloré(s) peut-on utiliser pour suivre le dosage à défaut de pH-mètre ?

Justifie ta réponse.