ITULA KAMBO MARTHE

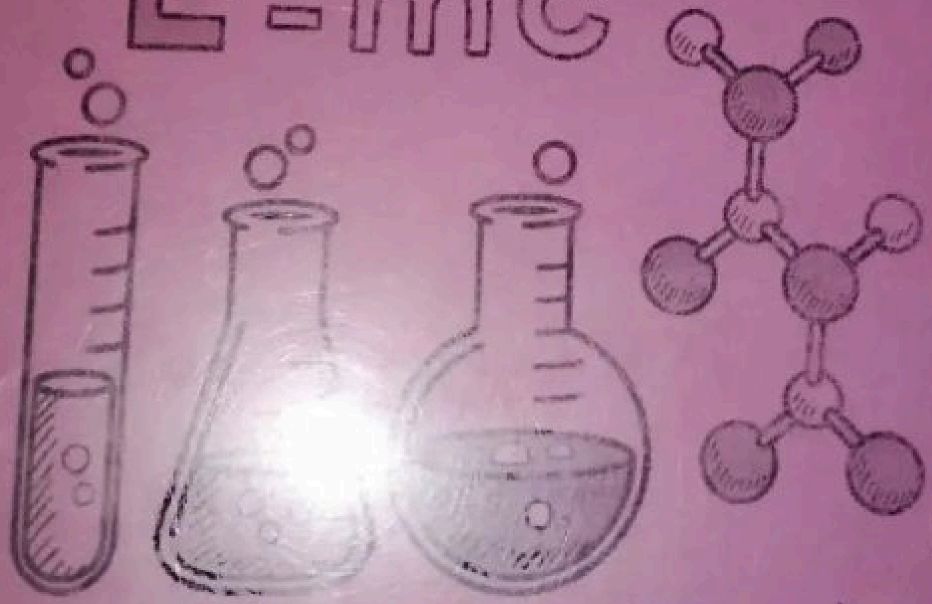
PHYSIQUE CHIMIE T^{le} C, D et E

ENONCES BAC CORRIGES

BIVEGHE

Emma

$E = mc^2$



TESLA

Jennifer

TOME 1

$T^{le}C3$

Collection le YARGA

ITULA KAMBO MARTHE

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE : CHIMIE GENERALE (CHIMIE DES SOLUTIONS)

PARTIE : CHIMIE ORGANIQUE

AVANT PROPOS

Ce fascicule est destiné aux élèves des classes Terminale C, D et E. Il a été rédigé en conformité avec le programme officiel de l'I. P.N suivant les trois critères d'évaluation des connaissances au baccalauréat C, D et E de la **taxonomie de Bloom** *: restitution des connaissances, compréhension et application.*

Rédigé d'une manière simple, il évite tout formalisme ou abstraction inutile et permet aux élèves de s'adapter à la nouvelle pédagogie de rédaction des sujets au baccalauréat.

L'essentiel du cours *permet une revue rapide des notions ou formules essentielles du chapitre.*

Les énoncés proposés sont inédits ou reformulés et de types baccalauréat. Ce fascicule comporte un questionnaire riche et varié pour une bonne restitution des connaissances du cours.

À la fin de chaque série d'énoncés, par chapitre, il est proposé des corrigés partiels pour permettre à l'utilisateur de fournir un effort de recherche personnel afin de vérifier ses connaissances.

Il faut après avoir lu l'énoncé en entier, chercher la solution, et n'avoir recours au corrigé qu'après, soit l'avoir trouvé, soit lorsqu'une difficulté se présente. Dans ce cas, il est bon de reprendre l'exercice afin d'être capable de le refaire sans aide.

Nous espérons présenter ainsi un fascicule clair et utile, propre à motiver les élèves et à les préparer pour l'examen du baccalauréat.

Nous serions reconnaissants à nos collègues utilisateurs de nous faire part de leurs remarques et nous les en remercions par avance.

Les auteurs

Tel : +24165086374/ +24174745211

LOUIS GABIN LOEMBE

CHAPITRE 1 : LA CINEMATIQUE

L'essentiel du cours

- **Mouvement rectiligne uniforme :**

V = constante ; $a_G = 0$; Equation horaire : $x = v_0.t + x_O$

- **Mouvement rectiligne uniformément varié :**

a_G = constante ; V = $a_G.t + V_O$; Equation horaire : $x = \frac{1}{2}a_G.t^2 + V_O t + x_O$

Relation indépendante du temps entre V et x : $V^2 - V_O^2 = 2a\,(x - x_O)$.

- **Mouvement circulaire dans la base de FRENET :**

$\overrightarrow{a_G} = \overrightarrow{a_T} + \overrightarrow{a_N}$; $a_T = \frac{dV}{dt}$; $a_N = \frac{V^2}{R}$

- **Mouvement circulaire uniforme :**

$\frac{d\theta}{dt} = \omega$; $V = R.\,\omega$; $a_G = a_N = \frac{V^2}{R}$; $a_T = 0$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$; $N = \frac{1}{T}$

Vitesse : V en m/s, accélération : a en m/s^2, Rayon : R en m, temps : t en s, abscisse x en m, vitesse angulaire ω en rad/s, période T en s et fréquence N en Hz.

ENONCE CINE 01 :

Pour évaluer les performances du moteur diésel, un fabricant soumet son automobile à un mouvement en trois phase.

1. Phase 1 : L'automobile est animé d'un mouvement rectiligne. Partant du repos, le démarrage de l'automobile se fait avec une accélération égale à 0,80 m/s^2 jusqu'à l'atteinte de la vitesse de 8,0 m/s.
   1.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
   1.2 Ecrire les équations horaires x(t) et v(t) de l'automobile.
   1.3 Démontrer que l'automobile parcourt 40 m pendant cette phase.
2. Phase 2 : L'automobile parcourt 24 m à la vitesse de 8,0 m/s.
   2.1 Définir un mouvement rectiligne uniforme.
   2.2 Montrer que pour un tel mouvement les distances parcourues pendant des durées égales sont égales.
   2.3 Ecrire l'équation horaire de cette phase.
3. Phase 3 : Au cours du freinage, l'automobile parcourt 8,0 m jusqu'à l'arrêt.
   3.1 Donner la nature du mouvement de l'automobile.
   3.2 Montrer que l'équation horaire du mouvement de l'automobile est x = - 2t +8t.
   3.3 Déterminer la distance totale parcourue par l'automobile et la durée totale du mouvement.

ENONCE CINE 02

Un mobile M supposé ponctuel se déplace dans un plan muni d'un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$. À chaque instant, le vecteur-accélération est $\vec{a} = 2\vec{j}$. À la date t = 1 s, le vecteur-vitesse est $\vec{V_1} = \vec{i} - 3\,\vec{j}$ et le vecteur-position est $\overrightarrow{OM_1} = 3\,\vec{i} - 4\vec{j}$.

Un groupe d'élèves rassemble ces informations et décide de déterminer le vecteur-position, l'accélération normale et l'instant où le vecteur-vitesse a une direction perpendiculaire au vecteur-accélération.

1. 1.1 Définir le vecteur-position d'un point mobile M.

   1.2 Montrer que le vecteur-vitesse de M s'écrit : $\vec{V} = \vec{i} + (2t - 5)\vec{j}$.

   1.3 Déterminer le vecteur-position du point mobile M.

2. Accélération du point mobile M.

   2.1 Définir le vecteur-accélération.

   2.2 Montrer que l'accélération tangentielle de M à pour expression : $a_T = \frac{2(2t-5)}{\sqrt{1+(2t-5)^2}}$.

   2.3 Déterminer l'accélération normale du point mobile M à la date t = 4 s.

3. 3.1 Définir la notion de date ou d'instant t.

   3.2 Préciser la nature du mouvement lorsque $\vec{a}.\vec{V} = 0$.

   3.3 Déterminer l'instant où le vecteur-vitesse aura une direction perpendiculaire au vecteur-accélération.

ENONCE CINE 03

Une expérience cinématique consiste à tester la vitesse d'un véhicule afin d'améliorer les performances du moteur.

L'automobiliste se déplace sur une route horizontale à la vitesse constante de valeur V = 16 m/ s. Lorsqu'il est à une distance D = 200 m des feux tricolores, le feu vert s'allume et reste vert pendant une durée t = 11s.

1. Dans tout l'exercice, on prendra comme origine des dates, l'instant où le feu passe au vert et comme l'origine des espaces, la position de la voiture à cet instant.
   A partir de l'instant de date t =0 s, l'automobiliste accélère et impose à sa voiture une accélération constante. A l'instant t_1, sa vitesse prend la valeur V_1 = 21 m/ s. Entre t =0 et la date t_1, l'automobiliste parcourt 100 m.
   1.1. Définir un repère terrestre.
   1.2. Montrer que les lois horaires du mouvement du mobile sont : V_1 = 0,93t + 16 et X_1 =0,47t^2 + 16t.
   1.3. Déterminer la durée t_1.
2. A partir de l'instant t_1, l'automobiliste maintient sa vitesse constante.
   2.1. Définir un mouvement rectiligne uniforme.
   2.2. Ecrire la loi horaire du mouvement du véhicule pour t $\geq t_1$.
   2.3. Déterminer le temps mis t_2 pour atteindre les feux. Le feu est-il toujours vert ?
3. Si, à l'instant t_1, l'automobiliste freine et impose à sa voiture un mouvement uniformément retardé d'accélération a_2 = - 2,0 m/s^2.
   3.1. Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.
   3.2. Montrer que les nouvelles lois horaires du mouvement du véhicule sont : V_2 = - 2t + 21 et X_2 = - t^2 + 21t.
   3.3. Déterminer le temps mis pour atteindre les feux. Passe-t-il pendant que le feu est vert ?

ENONCE CINE 04

Un élève de terminale C attend à l'arrêt A, un bus pour se rendre à l'école.

Le conducteur du bus décide de ≪ bruler ≫ l'arrêt A pour ne stationner que 50 m plus loin en un point B pendant une durée de 5 s avant de reprendre la route.

Le mouvement du bus comprend deux phases à partir de l'arrêt A :

- $1^{ère}$phase : mouvement rectiligne uniforme à la vitesse de 10 m/s pendant 1 s
- $2^{ème}$phase : mouvement rectiligne uniformément décéléré jusqu'à l'arrêt B improvisé.

L'élève conscient, ne veut pas arriver en retard à son cours de physique, poursuit le bus à partir de l'instant où celui-ci commence à ralentir ; son mouvement se déroule aussi en deux phases à partir de l'arrêt A :

- $1^{ère}$phase : mouvement rectiligne uniformément accéléré avec une accélération de 1 m/s^2 jusqu'à la vitesse de 5 m/s.
- $2^{ème}$phase : mouvement rectiligne uniforme à la vitesse de 5 m/s.

1. On prendra comme origine des dates et des espaces, l'instant où le bus passe devant l'arrêt A. Considérons le mouvement du bus :

1.1 Définir : - un mouvement rectiligne uniforme.

– un mouvement rectiligne uniformément retardé.

1.1 Etablir la relation permettant de calculer la décélération du bus.
1.2 Ecrire les équations horaires des différentes phases du mouvement du bus.
2 Considérons le mouvement de l'élève :
2.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
2.2 Montrer que pour ce mouvement V = a.t.
2.3 Ecrire les équations horaires des différentes phases du mouvement de l'élève.
3 Considérons l'espace entre l'arrêt règlementaire et l'arrêt improvisé du bus :
3.1 Définir la notion de durée d'un phénomène.
3.2 Déterminer la durée du mouvement du bus et la durée du mouvement de l'élève. L'élève peut-il toujours prendre son bus.

ENONCE CINE 05

Pour consolider les acquis sur les notions de vecteur-vitesse, accélération et vecteur position, un professeur de sciences physiques soumet ses élèves à ce contrôle.

1.Une voiture A est arrêtée sur l'autoroute horizontale rectiligne à une distance d_1= 3,0 m du feu rouge de la présidence en direction de Lalala. Lorsque le feu passe au vert, à l'instant t = 0 la voiture A, démarre avec une accélération constante a_1 = 3,0 m/s^2.

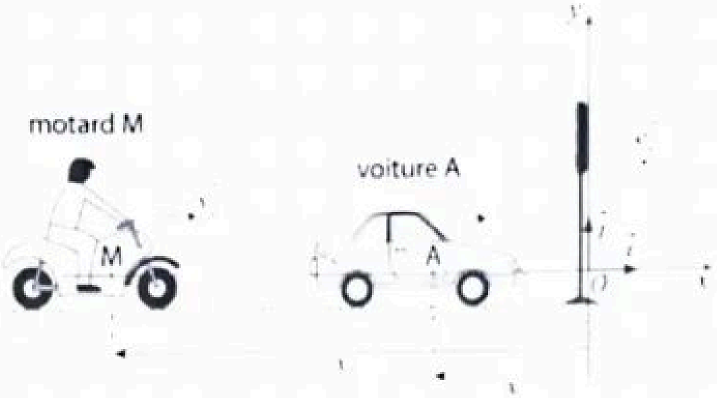
Au même moment un motoriste M roulant à une vitesse constante V_2 = 54 km/h se trouve à une distance d = 24 m de la voiture A (figure). On assimilera la voiture A et le motoriste à des points matériels et on prendra comme origine des espaces, la position du feu tricolore et comme origine des dates, l'instant où le feu passe au vert. Soient x_1 et x_2 les positions respectives de la voiture A et du motoriste par rapport à l'origine.

1.1 Définir un repère d'espace.
1.2 Préciser la position du motoriste par rapport à l'origine des espaces.
1.3 Ecrire les équations horaires x_1(t) et x_2(t).

2. Le motoriste dépasse la voiture.

2.1 Définir un référentiel.
2.2 Donner la condition que doit satisfaire le motoriste pour dépasser la voiture A.
2.3 Déterminer les dates possibles de dépassement ainsi que les positions de la voiture et du motoriste à ces dates.

3. En réalité, le motoriste roulait à la vitesse $v_2 = 36$ km/h.
   3.1 Définir un mouvement rectiligne uniforme.
   3.2 Montrer que le motoriste ne peut pas rattraper la voiture A.
   3.3 Déterminer la durée pour laquelle le distance qui sépare le motoriste M de la voiture A est minimale. Calculer cette distance.



ENONCE CINE 06

Le ≪ cascadeur d'enjaillement ≫ est un jeu dangereux auquel s'adonnaient certains élèves des lycées et collèges de Libreville. Ce jeu consistait, pour le cascadeur, à courir après un bus en mouvement puis, lorsqu'il estime être à une distance raisonnable du véhicule, il saute pour s'y agripper.

1. Un élève voulant jouer à ce jeu court à la vitesse V = 8.0 m/s après un bus qui démarre avec une accélération constante a = 2,0 m/s^2. On considère que le bus démarre à l'instant initial.
   A l'instant t = 0 s, l'élève se trouve à une distance D = 18 m du bus et même trajectoire rectiligne. La position de l'élève est considérée comme origine des espaces (Figure).
   1.1. Définir un repère d'espace.
   1.2. Etablir les équations horaires de l'élève et du bus.
   1.3. Déterminer la distance séparant l'élève du bus à t = 2.0 s et la vitesse du bus à cet instant.
2. Faisant confiance à ses performances sportives, l'élève poursuit son objectif.
   1.1 Définir un mouvement rectiligne uniforme.
   1.2 Monter que cet élève a échoué d'avance à son jeu.
   1.3 Déterminer la distance minimale qui sépare l'élève du bus.
2. Un autre élève se trouvant au même point que celui-ci relève le défi en courant parallèlement à celui-ci à une vitesse constante de 11 m/s.
   2.1. Définir le vecteur-position.
   2.2. Montrer que le second élève parviendra à rattraper le bus.
   2.3. Déterminer les dates de rattrapage du bus par le second élève.

CORRIGE DES EXERCICES DU CHAPITRE 1 : CINEMATIQUE

CORRIGE ENONCE CINE 01

1.1 La trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{v} > 0$.

1.2 $x_1 = 0{,}4t^2$; $v_1 = 0{,}8$t.

1.3 Pour v = 8,0 m/s, t = 10 s alors x_1 = 40 m.

2.1 Trajectoire est une droite, la vitesse est constante.

2.2 $x_0 = v_0 t + x_0$; à t = θ, $x_1 = v_0(t + \theta) + x_0$; à t = 2θ, $x_2 = v_0(t + 2\theta)$

$x_2 - x_1 = v_0.\theta$ et $x_1 - x_0 = v_0.\theta$ alors $x_2 - x_1 = x_1 - x_0$

2.3 x_2 = 8t.

3.1 Mouvement rectiligne uniformément retardé.

3.2 Par la relation : $v^2 - v_0^2 = 2.\ a_3.x_3$, $a_3 = -\frac{v_0^2}{2.x_3} = -4\ m/s^2$

$x_3 = -2t^2 + 8t$

3.3 Pour x_3 = 8,0 m, t = 2,0 s alors D = 40 m + 24 m + 8,0 m = 72 m et T = 15 s.

CORRIGE ENONCE CINE 02

1.1 Le vecteur-position détermine la position du mobile M à chaque instant.
1.2 Utiliser l'équation V = a.t + V_O.
1.3 $\overrightarrow{OM} = (t + 2)\vec{i} + (t^2 - 5t)\vec{j}$.

2.1 Le vecteur-accélération d'un point mobile ponctuel M, est égal à la dérivée, par rapport au temps, de son vecteur vitesse en M.

2.2 Utiliser $a_T = \frac{dv}{dt}$.

2.3 $a_n = \sqrt{a^2 - a_t^2} = 0,6\ m/s^2$.

3.1 C'est le repérage du moment précis où l'événement a lieu par rapport à un événement origine.

1.1. Mouvement circulaire uniforme.
1.2. En utilisant la définition du produit scalaire t = 2,5 s.

CORRIGE ENONCE CINE 03

1.1 Repère lié au référentiel Terre, pour décrire les mouvements de courte durée s'effectuant à la surface de la Terre.

1.3. t_1 =5,4s.

2.1 Mouvement s'effectuant à vitesse constante dont l'abscisse est une fonction affine du temps.

2.2. X_2= 21t.

2.3. t = 4,8s, temps total T = 5,4 + 4,8 = 10,2 s, il passe quand le feu est vert.

3.1 La trajectoire est une droite, son accélération est constante et sa vitesse est une fonction du temps.

3.3 t = 12,7 s Non, il ne passera pas.

CORRIGE ENONCE CINE 04

1.1– Mouvement dont la trajectoire est une droite et la vitesse constante

- Le mouvement est retardé si la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} < 0$.

1.2 Relation : a = - $\frac{V_0^2}{2.d}$.

1.3 Equations horaires du mouvement du bus :

Phase 1 : x_B = 10t ; phase 2 : x_B = - 0,625t^2 + 10t + 10.

2.1 La trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$.

2.2 V = a.t.

2.3 Equations horaires de l'élève :

Phase 1 : x_e = 0,5t ; phase 2 : x_e = 5t + 12,5.

3.1 Intervalle de temps qui s'écoule entre le début d'un phénomène et sa fin.

3.2 Dans les 40 m, temps mis par le bus t_B = 4s + 1s = 5s ; pour l'élève $t_{él}$ = 5s.

3.3 Durée totale du bus t = 5s + 5s = 10 s, l'élève ne fait que 5s, il peut toujours prendre son bus.

CORRIGE ENONCE CINE 05

1.1 Association d'un point O fixé au référentiel et d'une base formée de trois vecteurs unitaires.
1.2 Position du motorist $d_2 = d_1$ + d = 27 m.
1.3 x_1 = 1,5t^2 – 3; x_2 = 15t - 27.

2.1 Solide fixe de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un point mobile.

2.2 Condition x_2(t) = x_2(t).

2.3 t_1 = 4,0 s et t_2 = 6,0 s ; $x_1(t_1)$ = 21 m et $x_2(t_1)$ = 33 m ; $x_1(t_2)$ = 51 m et $x_2(t_2)$ = 63 m.

3.1 Mouvement dont la trajectoire est droite et de vitesse constante.

3.2 x_2 = 10t – 27 et x_1 = 1,5t^2 – 3 ; x_2(t) = x_2(t) entraine que 1,5t^2 – 10t + 24 = 0 soit $\Delta < 0$ Pas de solutions.

3.3 La distance séparant le motoriste M et la voiture A est minimale lorsque $\frac{d}{dt}(1{,}5t^2 - 10t + 24) = 0$

Soit t = 3,3 s et d = 7,3 m.

CORRIGE ENONCE CINE O6

1.1 Association d'un point O fixé au référentiel et d'une base formée de trois vecteurs unitaires.

1.2 $X_{bus} = t^2 + 18$; $X_{él}$ = 8t.

1.3 d = X_{bus} - $X_{él}$ = 6, 0 m ; V_{bus} = 2.t = 4, 0 m/s.

2.1 Mouvement dont la trajectoire est une droite et le vecteur-vitesse est constant.

2.2 t^2 – 8.t + 18 ; $\Delta < 0$.

2.3 $\frac{d}{dt}(t^2 - 8.t + 18) = 0$; t = 4 s et d = 2,0 m

3.1 Le vecteur-position détermine la position du mobile M à chaque instant.

3.2 t^2 – 11.t + 18 ; $\Delta > 0$

3.3 t =2 s et t = 9 s.

CHAPITRE 2 : MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

L'essentiel du cours

- ***Principe d'inertie :*** $\sum\overrightarrow{F_{ext}} = \vec{O}$
- ***Poids d'un corps :*** $\vec{P} = m.\vec{g}$
- ***Théorème du centre d'inertie :*** $\sum\overrightarrow{F_{ext}} = M.\overrightarrow{a_G}$ (M : masse en kg ; a_G : accélération en m/s^2 ; F : force en N).
- ***Théorème de l'énergie cinétique :*** $\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = \frac{1}{2}m.V_2^2 - \frac{1}{2}m.V_1^2 = \sum W(\vec{F}_{ext})$
- ***Conservation de l'énergie mécanique*** : $\Delta E_m = E_{m_2} - E_{m_1} = 0$.

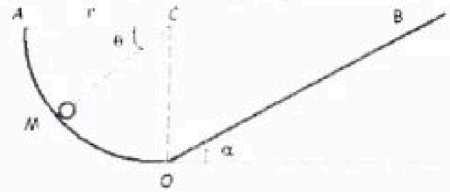
ENONCE MCI 01

Données : m = 50 g ; AB = 1,4 m ; r = 1,0 m ; α = 40°.

À la fête foraine, un jeu consiste à lâcher une bille au sommet d'une glissière avec une vitesse verticale $\overrightarrow{V_A}$ dirigé vers le bas afin d'atteindre le point B.

La piste de jeu est formée de deux parties ; une partie AO circulaire de centre C et de rayon r et d'un plan OB, incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le mouvement de la bille a lieu dans le plan vertical et on néglige les frottements sur la glissière AO.

1. Le joueur lâche la bille en A avec la vitesse V_A = 5,0 m/s.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que la réaction de la piste sur la bille au point M est : $R = 3.m.g.\sin\theta + \frac{m.V_A^2}{r}$.
   1.3 Déterminer la valeur de la réaction de la piste au point O.
2. La bille arrive au point O avec la vitesse $\overrightarrow{V_O}$.
   2.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   2.2 Donner l'expression de la vitesse au point M en fonction de V_A, g, r et θ.
   2.3 Calculer la vitesse de la bille au point O.
3. La bille aborde le plan incliné avec la vitesse V_O = 6,7 m/s. La somme des forces de frottement qu'exercent la piste sur la bille est équivalente à une force unique f = 0,50 N.
   3.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.
   3.2 Montrer que l'accélération du la bille est négative.
   3.3 Déterminer la distance que parcourt la bille avant de s'arrêter sur le plan incliné. Le jeu est-il gagné ?



ENONCE MCI 02

Données : h = 5,0 m ; g = 10 N/kg ; AA' = l = 1,0 m.

Dans une fête foraine, un jeu consiste propulser un solide en exerçant sur lui une force constante, afin d'atteindre un point D situé à une hauteur h.

La trajectoire du solide comprend une partie horizontale $AA'B$ et une partie circulaire BCD, BC est centré en O, de rayon r = 1,0 m, d'angle $\alpha = 60°$.

1. Le solide, de masse m = 0,50 kg est assimilé à un point matériel. Partant du repos, le solide est lâché en A', en exerçant sur lui, le long de la portion AA', une force $\vec{F}$ constante. On néglige tous les frottements, la piste étant parfaitement lisse.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Exprimer la vitesse du solide en A' en fonction de F, l et m.

1.3 Calculer la vitesse du solide en B pour F = 20 N.

2. Le solide aborde la partie circulaire BC avec la vitesse V_B = 8,9 m/s.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que la vitesse du solide au point C est $V_C = \sqrt{\frac{2.F.l}{m} - 2.g.r.(1-cos\alpha)}$.

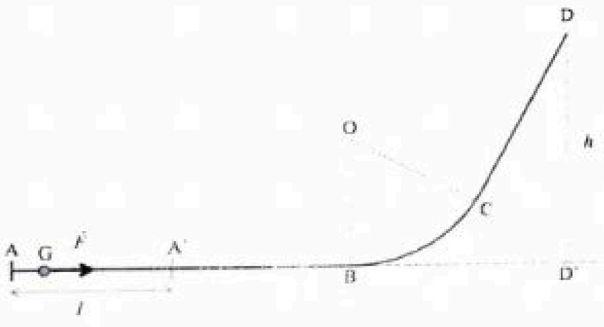
2.3 Déterminer la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le solide au point C (F = 20 N).

3. Partant du point A sans vitesse initiale, le solide atteint le point D.

3.1 Inventorier les forces appliquées sur le solide.

3.2 Montrer que le mouvement du solide est uniformément varié sur la portion AA'.

3.3 Déterminer la valeur minimale $\vec{F_0}$ de $\vec{F}$ pour que le solide atteigne le point D avec une vitesse nulle.



ENONCE MCI 03

Données : m = 100 g ; r = 1,0 m ; g = 10 N/kg ; θ = 42°.

Un solide de masse m décrit dans un plan vertical une piste ABC circulaire formée de deux quarts de cercles AB et BC de même rayon r et de centres respectifs O et O'. Les frottements sont négligeables.

Dans tout l'énoncé, on appliquera le théorème du centre d'inertie et le théorème de l'énergie cinétique dans la base de FRENET.

1. On abandonne le solide au point A sans vitesse initiale. Le solide est repéré sur la piste AB au point M par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OA} ; \overrightarrow{OM})$ (figure ci-dessous).

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Etablir l'expression de la vitesse du solide au point M en fonction de g, r et θ.

1.3 Déterminer l'intensité de la force exercée par la piste sur le solide au point M.

2. Le solide poursuit son mouvement sur la piste circulaire.

2.1 Définir un mouvement circulaire uniforme.

2.2 Montrer que la vitesse du solide est maximale au point B et établir son expression en fonction de g et r.

2.3 Déterminer alors l'intensité de la réaction maximale, force exercée par la piste sur le solide au point B.

3. Le solide aborde la dernière partie de la piste avec la vitesse V_B = 2,3 m/s et quitte la piste au point P.

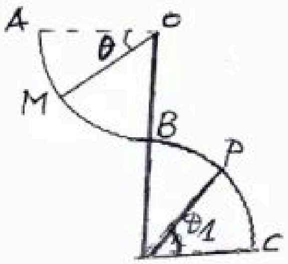
3.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

3.2 Montrer que l'expression de la vitesse du solide au point P est

$V_P = \sqrt{V_B^2 + 2.g.r.(1 - sin\theta_1)}$.

3.3 En appliquant le théorème du centre d'inertie, retrouver cette expression

R = m. g. $(3sin\theta_1 - 2) - \frac{m.V_B^2}{r}$; réaction de la piste sur le solide en P. Déterminer l'angle θ_1 pour lequel le solide quitte la piste.



ENONCE MCI 04

Donnée : g = 9,8 m/s²

Le but de l'exercice est de déterminer l'angle θ_1 pour lequel le solide quitte la piste en un point D.

1. On abandonne sans vitesse initiale un palet considéré comme ponctuel, de masse m = 100 g au sommet d'un igloo de rayon r = 0,50 m, au point A. On néglige les frottements.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Etablir l'expression de la vitesse du palet au point M en fonction de g, r et α.

1.3 Calculer la valeur de cette vitesse au point M pour θ = 45°.

2. Détermination de la force exercée la piste de l'igloo sur le palet.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que la réaction de la piste de l'igloo sur le palet au point M s'écrit :

R = m. g $(3sin\theta$ -2).

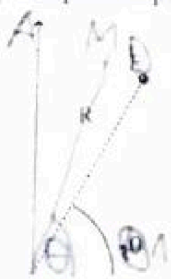
2.3 Calculer la valeur de la réaction pour θ = 45°.

3. Le palet quitte la piste en un point D.

3.1 Définir le poids d'un corps.

3.2 Préciser la nature de la trajectoire décrite par le palet au cours de sa chute.

3.3 Déterminer l'angle θ_1 pour lequel le palet quitte la piste de l'igloo.



ENONCE MCI 05

Données : AB = l = 1,5 m ; m = 0,50 kg ; r = 1,0 m ; g = 10 $m.s^{-2}$; α = 15° ; θ = 120°.

Un solide (s) de masse m, initialement au repos en A, est lancé sur la piste ABCD située dans un plan vertical. On fait agir sur (s), le long de la partie AE de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ horizontale et d'intensité constante F parallèle à la ligne de plus grande pente inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.

BD est un demi-cercle de centre O et de rayon r. On néglige les frottements.

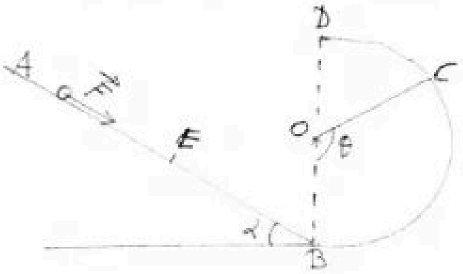
1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
1.2 Etablir l'expression de la vitesse du solide au point E en fonction de g, AE, m, F et α.
1.3 Déterminer la vitesse du solide au point B si F = 10 N.
2 Le solide (s) aborde la partie circulaire BCD et est repéré au point C par l'angle θ = $(\overrightarrow{OB} ; \overrightarrow{OC})$.
   2.1. Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   2.2. Montrer que la vitesse du solide au point C est $V_C = \sqrt{V_B^2 - 2.g.r(1 - cos\theta)}$.
   2.3 Déterminer l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la piste au point C.

3. Le solide (s) atteint le point D.

3.1 Définir la base de FRENET.

3.2 Montrer que la réaction de la piste sur le solide au point D est R = m. $(\frac{V_B^2}{r} - 5.g)$.

3.3 Déterminer la valeur minimale F_0 de F pour que le solide (s) atteigne le point D.



ENONCE MCI 06

Données : g = 10 N/kg; m = 100 g; r = OA = OB = 1,0 m; V_A = 5,0 m/s; α = 45° ; V_I = 11,2 m/s; BC = l = 1,5 m.

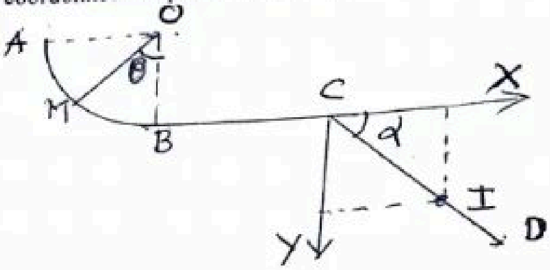
Une gouttière ABC (voir figure), sert de parcourt à un mobile supposé ponctuel, de masse m = 100 g. Le mouvement a lieu dans un plan vertical.

Le but est de lancer le solide au point A avec une vitesse $\overrightarrow{V_A}$ pour atteindre l'abscisse le plus grand du point I sur le plan incliné en contre bas.

1. La partie curviligne AB est un arc de cercle parfaitement lisse de rayon r et de centre O. Le mobile, lancé en A avec une vitesse V_A verticale descendante, glisse sur la portion curviligne AB. On néglige les frottements.
   1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   1.2 Montrer que la vitesse du mobile au point M est $V_M = \sqrt{V_A^2 + 2.g.r.cos\theta}$.
   1.3 Déterminer la vitesse du mobile au point B.
2. En réalité, le mobile arrive en C avec la vitesse V_C = 5,0 m/s.
   2.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.

2.2 Montrer qu'il existe des forces de frottements sur la portion de la piste BC.
2.3 Déterminer l'intensité des forces de frottements sur la portion de la piste BC supposée constante.

3. En C, le mobile quitte la piste avec la vitesse V_C et tombe en I sur un plan CD incliné d'un angle α = 45° par rapport à l'horizontal et arrive au point I avec la vitesse V_I.
3.1 Définir un repère.
3.2 Montrer que l'ordonnée du I, dans le repère d'axes (Cx) et (Cy) est $Y_I = \frac{V_I^2 - V_C^2}{2.g}$
3.3 Déterminer les coordonnées du point I dans le repère (Cx, Cy).



CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

CORRIGE ENONCE MCI 01

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.
1.2 $V_M^2 = V_A^2 + 2.g.r.\sin\theta$ et appliquer le théorème du Centre d'inertie.
1.3 $R = 3.m.g + \frac{m.V_A^2}{r} = 27$ N.
2.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.
2.2 $V_M = \sqrt{V_A^2 + 2.g.r.sin\theta}$.
2.3 $V_B = 6{,}7$ m/s.

3.1 La trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} < 0$.

3.2 $a_G = -(g.\sin\alpha + \frac{f}{m})$.

3.3 $AB = \frac{m.V_B^2}{2.(f+m.g.sin\alpha)} = 1{,}4$ m, le jeu est réussi.

CORRIGE ENONCE MCI 02

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.

1.2 $V_{A'} = \sqrt{\frac{2.F.l}{m}}$.

1.3 $V_{A'} = V_B = 8{,}9$ m/s.

2.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

2.2 Appliquer le T. E. C entre B et C.

2.3 R = m. g. (3cosα – 2) + $\frac{2.F.l}{r}$ = 38 N.

3.1 $\vec{P}$: poids du solide, $\vec{R}$: Réaction de la piste sur le solide.

3.2 $a_G = \frac{F}{m} > 0$.

3.3 $F_0 = \frac{m.g.h}{l}$ = 25 N.

CORRIGE ENONCE MCI 03

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.
1.2 $V_M = \sqrt{2.g.r.sin\theta}$.
1.3 R = 3m.g.sinθ ; R = 0,67 N.
2.4 Un mouvement est dit circulaire uniforme lorsque sa trajectoire est un cercle et son vecteur vitesse n'est pas constant ; mais sa vitesse est constante.
2.5 La fonction sinus est maximale lorsque l'angle θ = 90°, donc la vitesse est maximale au point B et $V_B = \sqrt{2.g.r}$.
2.6 R_{max} = 3.m.g; R_{max} = 3,0 N.

3.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.

3.3 $\theta_1 = \sin^{-1}[\frac{1}{3}(2 + \frac{V_B^2}{g.r})]$; $\theta_1 = 57°$.

CORRIGE ENONECE MCI 04

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.

1.2 $V_M = \sqrt{2.g.r(1 - sin\alpha)}$.

1.3 α = 45°, v_M = 1,7 m/s.

2.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

2.2 Projeter le T.C.I sur la normale : $\vec{P} + \vec{R} = m.\overrightarrow{a_G}$.

2.3 R = 0,12 N.

3.1 Force d'attraction qu'exerce la terre sur un corps.

3.2 Le palet décrit un arc de parabole.

3.3 R = 0, $\alpha_1 = \sin^{-1}(\frac{2}{3})$ = 42°.

CORRIGE ENONCE MCI 05

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation entre deux instants, est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées à ce solide entre ces deux instants.

1.2 $V_E = \sqrt{2.AE(g.\sin\alpha + \frac{F}{m})}$.

1.3 $V_B = \sqrt{2.AB(g.\sin\alpha + \frac{F}{m})}$; V_B= 8,2 m/s.

2.7 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

2.8 $V_C = \sqrt{V_B^2 - 2.g.r(1-\cos\theta)}$.

2.9 R = m[g. (3cosθ – 2) + $\frac{V_B^2}{r}$]; R = 21 N.

3.1 La base de FRENET est composée de deux vecteurs : $\vec{T}$ est tangent à la trajectoire en M et orienté dans le sens des abscisses curvilignes croissantes et $\vec{N}$ vecteur normal à la trajectoire en M et orienté vers l'intérieur de la concavité de la trajectoire.

3.2 Au point D, θ = π.

3.3 $F_O \geq$ m.g. ($\frac{r}{2.AB}$ – sinα); F_O = 0,37 N.

CORRIGE ENONCE MCI 06

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées à ce solide entre ces deux instants.

1.3 Au point B, θ = 0, cos0 = 1 ; $V_B = \sqrt{V_A^2 + 2.g.r}$; V_B = 6,7 m/s.

2.1 Un mouvement est dit rectiligne uniformément retardé lorsque sa trajectoire est une droite et sa vitesse diminue.

2.2 En absence de frottements, $V_B = V_C$, car w ($\vec{P}$) = w($\vec{R}$) = 0 ; $\vec{P} \perp \overrightarrow{BC}$, $\vec{R} \perp \overrightarrow{BC}$, or $V_B \neq V_C$ d'où l'existence des forces de frottements.

2.3 f = $\frac{m.(V_B^2 - V_C^2)}{2.l}$; f= 0,66 N.

3.1 Un repère est l'association d'un point O fixé au référentiel et d'une base constituée de trois vecteurs unitaires.

3.2 Appliquer le théorème de l'énergie cinétique.

3.3 Tanα = $\frac{Y_I}{X_I}$ = 1 ; $Y_I = X_I$ = 5,0 m.

CHAPITRE : 3 CHAMP ET INTERACTION GRAVITATIONNELS

- **Principe d'interaction** : $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$

$F_{B/A} = F_{A/B} = G\frac{m_A.m_B}{r^2}$

$G = 6{,}67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$; F en N ; m en kg et r en m

- **Champ gravitationnel créé par une masse ponctuelle** : $g = G.\frac{m}{r^2}$

- **Champ gravitationnel de la TERRE** $g = G\frac{m_T}{r^2}$ au sol ou $g = G\frac{m_T}{(R+z)^2}$ à l'altitude z
- **Champ gravitationnel à la surface de la Terre** $g_0 = G\frac{m_T}{R^2}$
- **Champ de pesanteur** $\vec{P} = m\,\vec{g}$
- Energie potentielle Terrestre : $E_P = -G\frac{M_T\,m}{R_T + z}$
- **Vitesse d'un satellite en orbite circulaire** $V = R\sqrt{\frac{g_0}{R+z}} = \sqrt{\frac{G\,M_T}{R+z}}$
- **Période de révolution d'un satellite en orbite circulaire** $T = \frac{2\pi}{R\sqrt{g_0}}(R+z)^{\frac{3}{2}}$
- **Troisième loi de KEPLER** : $\frac{T^2}{r^3}$ = constante = $\frac{4\pi^2}{G\,m_T}$

ENONCE CIG 0 01

Données : $G = 6{,}67.\ 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$; masse de la terre : $M_T = 6{,}00.10^{24}$ kg , $R_T = 6370$ km

1.Le satellite ETEOSAT 8 a été lancé par ARIANE 5 le 28 août 2002. Il est opérationnel depuis le 28 janvier 2004. La position d'un satellite géostationnaire parait fixe aux yeux d'un observateur terrestre, situé à une altitude h voisine de 36000 km, il fournit de façon continue des informations couvrant une zone circulaire représentant 42% de la surface de la Terre.

1.1 Définir un satellite géostationnaire.

1.2 Donner les conditions à remplir par METEOSAT 8 pour qu'il soit geostationnaire.

1.3 Déterminer le temps mis par le satellite pour couvrir les 42% de la surface de la Terre.

2. Le satellite METEOSAT 8, comme tout autre satellite obéit à la troisième loi de Kepler : $\frac{T^2}{r^3} = k$.

2.1 Enoncer la troisième loi de Kepler.

2.2 Etablir l'expression de la constante k en fonction de G et M_T.

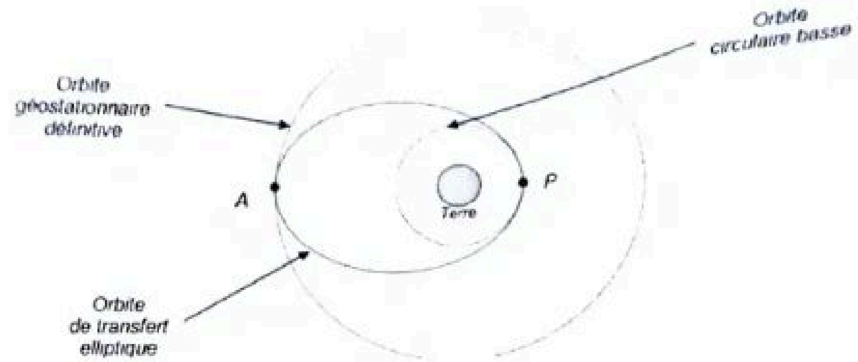
2.3 Déterminer la période T du satellite. A quoi correspond -elle ?

3. La mise en place du satellite sur l'orbite geostationnaire s'effectue en plusieurs étapes. Tout d'abord, ARIANE 5 amène le satellite hors de l'atmosphère et le largue sur une orbite de transfert. L'orbite de transfert parcourue par le satellite décrit une trajectoire dont le périgée P se situe à une altitude voisine de 200 km et l'apogée A à l'altitude de l'orbite géostationnaire voisine de 36000 km. Ensuite le « moteur d'apogée » du satellite lui permettra d'obtenir la vitesse nécessaire à sa mise sur orbite géostationnaire lors des passages successifs par l'apogée.

3.1 Donner la nature de la trajectoire de l'orbite de transfert.

3.2 Montrer que la longueur AP du demi-grand axe de la trajectoire de l'orbite de transfert est AP = $4{,}90.10^4$ km.

3.3 Calculer la période du satellite sur cette orbite de transfert.



ENONCE CIG 02

Données : G = $6,67.10^{-11}$ S.I ; M_T = $5,98.10^{24}$ kg ; R_T = $6,40.10^3$ km ; masse de la Lune : M_L = $7,34.10^{22}$ kg ; distance terre-lune : D = 384000 km ; g_0 = 9,81 N/kg ; période de la terre T = 86164 s.

Un satellite naturel est un objet céleste en orbite autour d'une planète ou d'un autre objet plus grand que lui-même qui n'est pas d'origine humaine ; par opposition aux satellites artificiels. Ils peuvent être de grosse taille et ressembler à de petites planètes.

1.1 Donner la nature de la trajectoire d'un satellite artificiel.

1.2 Etablir l'expression du champ gravitationnel $\vec{g}$ de la terre s'exerçant sur un satellite en un point A à l'altitude h en fonction de g_0, R_T et h.

1.3 Déterminer l'énergie cinétique du satellite.

Données : masse du satellite : m = 1020 kg ; h = 400 km.

2. Le satellite gravite maintenant sur une orbite géostationnaire se déplaçant de manière exactement synchrone avec la terre et reste constamment au-dessus du même point de la terre.

   2.1 Nommer le lieu d'évolution d'un tel satellite.

   2.2 Montrer que le mouvement de ce satellite est uniforme.

   2.3 Déterminer la nouvelle hauteur de gravitation h' de ce satellite.

3. Le point où le champ gravitationnel terrestre est égal au champ gravitationnel lunaire est à la distance x = 38287 km de la surface de la lune.

3.1 Donner le nom correspondant à ce point.

3.2 Etablir les expressions des champ gravitationnels g_T et g_L exercés respectivement par la terre et la lune en ce point en fonction de M_T, D, x, R_L et M_L.

3.3 Déterminer la masse de la lune. Vérifier la conformité du résultat avec les données.

ENONCE CIG 03

Un satellite artificiel est un objet fabriqué par l'être humain, envoyé dans l'espace à l'aide d'un lanceur et gravitant autour d'une planète.

Les lois de Kepler permettent de calculer à partir des caractéristiques de son orbite la vitesse orbitale qui correspond à la vitesse du satellite par rapport au centre de la planète.

1. On s'intéresse au mouvement de chute du satellite lors de son retour à la surface de la planète.

La Terre est assimilée à une sphère homogène de masse M, de centre T et de rayon R = 6380 km.

Un satellite artificiel de la terre, de masse m est en orbite circulaire à l'altitude h = 300 km au-dessus de terre.

1.1 Définir la vitesse de satellisation minimale d'un satellite.

1.2 Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

1.3 Déterminer la masse de la planète Terre.

Données : $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I ; Vitesse du satellite : $V_S = 7740$ m/s.

2. Etude de la descente du satellite : pendant cette phase, le champ de pesanteur (vecteur $\vec{g}$) g est supposé uniforme ($g = 10$ m/s^2). L'axe Z est choisi parallèle à $\vec{g}$ et de sens opposé. Le sol terrestre supposé horizontal est pris comme plan XOY des coordonnées (figure 1).
On suppose que le satellite, freiné par un parachute, descend d'un mouvement vertical rectiligne uniforme de vitesse $V_1 = 10$ m/s. Le satellite étant arrivé au point M_O de coordonnées ($x_O = 0$, $y_O = 0$, $z_O = 3{,}0$ km) à un instant pris comme origine des dates, une basile radio est éjectée horizontalement du satellite dans le plan XOZ avec le vecteur vitesse $\vec{V}_2$($V_2 = 2{,}0$ m/s) par rapport au satellite : cela signifie qu'au point M_0 la balise radio a par rapport à la terre, le vecteur vitesse initial $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$. Le mouvement du satellite est supposé non modifié par l'éjection de la balise. Celle-ci tombe dans le champ de pesanteur terrestre. Les frottements de l'air étant supposés négligeables.

2.1 Définir un repère.

2.2 Etablir l'équation horaire du mouvement du satellite et montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de la balise est $z_b = -1{,}25x^2 - 5x + 3000$.

2.3 Démontrer que la balise touche le sol en premier avant le satellite.

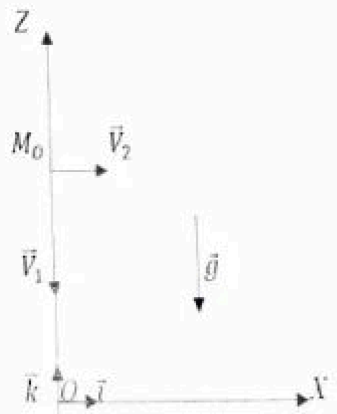
3. Point d'impact de la balise.

3.1 Définir la portée d'un tir.

3.2 Donner la nature du mouvement de la balise sur chaque axe.

3.3 Déterminer la distance qui sépare les points d'impacts du satellite et de la balise sur le sol.

Figure 1



ENONCE CIG 04

Les satellites jouent désormais un rôle important à la fois sur les plans économique (télécommunications, positionnement, prévision météorologique), militaire(renseignement) et scientifique (observation astronomique, microgravité, observation de la Terre, océanographie, altimétrie).

1. Un satellite artificiel de masse m tourne autour de la Terre sur une orbite circulaire de rayon r.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que le mouvement circulaire du satellite est uniforme.
   1.3 Déterminer la vitesse du satellite sur son orbitē r.
   Données : m = 200 kg ; $M_T = 6{,}00.10^{24}$ kg ; r = 7000 km ; $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m^2/kg^2.
2. L'énergie potentielle du système satellite-Terre étant $E_P = \frac{GM.m}{R} - \frac{G.M.m}{r}$, avec R = rayon de la Terre.

2.1 Définir l'énergie mécanique d'un système.

2.2 Montrer que l'énergie mécanique du système satellite-Terre est $E_m = \frac{G.M.m}{R} - \frac{G.M.m}{2.r}$.

2.3 Déterminer l'énergie à fournir à ce système pour qu'il passe de l'orbite de rayon r à une autre orbite de rayon $r' = 7100$ km.

3. Considérons la Terre comme un satellite qui tourne autour du soleil de masse $M_S = 2{,}00.10^{30}$ kg sur une orbite circulaire de rayon $r = 1{,}5.10^{8}$ km.

3.1 Définir une révolution.

3.2 Etablir l'expression du rapport $\frac{T^2}{r^3}$ en fonction de G et M_S.

3.3 Déterminer la période T de la Terre. Cette valeur est-elle correcte ?

ENONCE CIG 05

Le télescope spatial Hubble observe le mouvement d'un satellite autour de la Terre afin de déterminer la durée entre deux passages et sa vitesse.

1. Le satellite se trouve sur une orbite circulaire dans le plan de l'équateur, à une altitude h = 500 km.
   1.1. Définir un satellite géostationnaire.
   1.2. Justifier que l'angle α_S balayé par le satellite entre deux passages successifs d'un point de la surface de la terre est $\alpha_S = \alpha_T + 2\pi$.
   1.3. Déterminer la durée entre deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur lorsque ce dernier se déplace dans le même sens que la Terre.
2. Le satellite se déplace dans le sens opposé à celui de la Terre.
   2.1. Définir un mouvement circulaire uniforme.
   2.2. Etablir la relation entre l'angle balayé par le satellite et l'angle balayé par la terre.
   2.3. Déterminer la durée t entre les deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur
3. On désire déterminer la vitesse du satellite sur son orbite.
   3.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   3.2 Montrer que le mouvement du satellite est circulaire uniforme.
   3.3 Déterminer la vitesse du satellite sur son orbite circulaire.
   Données : $R_T = 6400$ km ; T = 24 h ; $T_S = 5{,}70.10^3$ s.

ENONCE CIG 06

Données : $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I ; $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg ; $R_T = 6380$ km.

Depuis 1957, de nombreux satellites artificiels, destinés aux télécommunications, à la météorologie, à l'observation de la Terre ou de l'espace, sont en mission dans l'espace. Ces satellites n'échappent pas à la loi universelle de Newton et à la troisième loi de Kepler.

1. Un satellite d'observation est mis en orbite circulaire au-dessus des pôles de la Terre à une altitude $h = 830$ km.
   1.1. Enoncer la troisième loi de Newton.
   1.2. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme et établir l'expression de sa vitesse en fonction de G, h, M_T et R_T.
   1.3. Déterminer la période de révolution du satellite.
2. On étudie la révolution du satellite autour de la Terre.
   2.1. Définir le rayon de l'orbite du satellite.
   2.2. Montrer que pour une révolution du satellite, la Terre a tournée d'un angle $\alpha_T = \frac{2\pi.t}{T}$.
   2.3. Déterminer l'angle α_T balayé par la Terre.
3. Détermination du nombre de révolutions.

3.1 Définir une révolution.

3.2 Expliquer pourquoi le satellite n'observe-t-il pas la même bande de Terre.

3.3 Déterminer le nombre de révolutions à effectuer par le satellite pour retrouver la même bande d'observation.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE : CHAMP ET INTERACTION GRAVITATIONNELS

CORRIGE ENONCE CIG 01

1.1 C'est un satellite placé sur une orbite d'altitude 36000 km et semble fixe pour un observateur immobile à la surface de la Terre.

1.2 Les trois conditions sont : - plan de l'orbite est le plan équatorial

- altitude h = 36000 km

- période égale à la période de la Terre.

1.3 Temps mis par le satellite.

$\alpha_S = \frac{2\pi}{T}t = \frac{42}{100}\,\alpha_T$; $t = \frac{42}{100}T$ = 10,08 h = 10 h 4 min 48 s.

2.1 Pour toutes les planètes du système solaire, le rapport entre le carré de la période T de révolution T et le cube du demi grand axe a de l'orbite elliptique d'une planète est constant.

2.2 Expression de la constante k.

$T = \frac{2\pi.r}{V}$ avec $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$ d'où $k = \frac{4.\pi^2}{G.M}$.

2.3 Période du satellite $T = 2\pi.\sqrt{\frac{r^3}{G.M}}$ = 86622 s = 24 h. Ce qui correspond sensiblement à la période de la Terre.

3.1 La trajectoire de l'orbite est une ellipse.

3.2 AP = r = $2.R_T$ + 200 km + 36000 km = $4{,}90.10^4$ km.

3.3 Période du satellite sur l'orbite de transfert

$T = 2\pi.\sqrt{\frac{AP^3}{8.G.M}}$ = 10 h34 min 48 s.

CORRIGE ENONCE CIG 02

1.1 La trajectoire d'un satellite est une ellipse.

1.2 Champ gravitationnel $g = \frac{g_0.R_T^2}{(R_T+h)^2}$.

1.3 Energie cinétique $E_C = \frac{1}{2}.mV^2$ avec $V = R_T\sqrt{\frac{g_0}{R_T+h}}$; $E_C = \frac{m.g_0.R_T^2}{2.(R_T+h)} = 3{,}01.10^{10}$ J.

2.1 Lieu d'évolution d'un satellite géostationnaire est le plan équatorial.

2.2 Vecteur $\vec{F}$ ($\vec{g}$) est centripète et radial, alors $a_T = \frac{dv}{dt} = 0$ donc V = constante ; mouvement uniforme.

2.3 Hauteur $h' = \sqrt[3]{\frac{T^2.R_T^2.g_0}{4.\pi^2}} - R_T = 3{,}60.10^7$ km.

3.1 Le point d'équi-gravité terre-lune.

3.2 $g_L = \frac{G.M_L}{x^2}$; $g_L = \frac{G.M_T}{(D-x)^2}$.

3.3 $M_T = \frac{x^2.M_T}{(D-x)^2} = 7{,}33.10^{22}$ kg.

ORRIGE ENONCE CIG 03

1.1 Vitesse minimale qu'il faut communiquer à un satellite au départ d'un astre pour le satelliser au plus près de ce dernier sur une orbite circulaire.

1.2 Le satellite est soumis à la seule force $\vec{F}$ gravitationnelle radiale et centripète, alors $a_T = \frac{dv}{dt} = 0$ d'où v = constante. Mouvement circulaire uniforme.

1.3 D'après le théorème du centre d'inertie $M_T = \frac{(R+h).V_S^2}{G} = 6{,}00.10^{24}$ kg.

2.1 Ensemble formé par un point origine lié au référentiel et une base formée par trois vecteurs unitaires.

2.2 $z_{Sat} = -10t + 3000$; balise {x = 2t ; y = $-5t^2 - 10t + 3000$, soit $z_{bal} = -1{,}25x^2 - 5x + 3000$.

2.3 $z_{sat} = 0$, $t_{sat} = 300$ s et $y_{bal} = 0$, $t_{bal} = 24$ s on a donc $t_{bal} < t_{sat}$.

3.1 Abscisse du point d'impact.

3.2 Mouvement rectiligne uniforme sur l'axe des abscisses et uniformément retardé sur l'axe des ordonnées.

3.3 $z_{bal} = 0$ soit d = 47 m.

CORRIGE ENONCE CIG 04

1.1 Dans un référentiel galiléen la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

1.2 Le vecteur force $\vec{F}$ gravitationnel est radial et centripète, alors $a_T = \frac{dv}{dt} = 0$, v = constante, le mouvement est uniforme.

1.3 D'après le TCI, $a_G = a_n$: $\frac{G.M_T}{r^2} = \frac{v^2}{r}$ d'où $v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}} = 7{,}56.10^3$ m/s.

2.1 Somme des énergies cinétique et potentielle de pesanteur.

2.2 $E_m = E_C + E_P$ avec $E_C = \frac{1}{2}m\,v^2 = \frac{1}{2}m.\frac{G.M_T}{r}$.

2.3 $E = E'_m - E_m = \frac{G.M_T.m}{2}(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'})$, $E = 8{,}05.10^{[illegible]}$ J

3.1 Durée que met un astre pour accomplir un tour complet autour d'un autre astre.

3.2 Période $T = \frac{2\pi r}{V}$ avec $V = \sqrt{\frac{G.M_S}{r}}$ d'où $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S}$

3.3 $T = 2.\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_S}}$, $T = 3{,}16.10^7$ s = 365,8 jours ; correcte, car elle correspond à la revolution de la Terre autour du soleil.

CORRIGE ENONCE CIG 05

1.1 Un satellite est dit géostationnaire lorsqu'il reste constamment à la verticale d'un même point de la surface terrestre. Sa trajectoire est située dans le plan de l'équateur.

1.2. La période du satellite est supérieure à celle de la terre. Lorsque la terre a tourné d'un certain angle, le satellite a tourné de $\alpha_S = \alpha_T + 2\pi$.

1.3 $t = \frac{T.T_S}{T - T_S}$; t = 6,10.10^3s = 1 h41 mn 40 s.

2.1 Un mouvement est circulaire uniforme lorsque sa vitesse est constante et sa trajectoire est un cercle.

2.2. $\alpha_S = 2\pi - \alpha_T$.

2.3 $t' = \frac{T.T_S}{T+T_S}$; t' = 1h 29 mn10 s.

3.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

3.2 Le vecteur force $\vec{F}$ gravitationnel est radial et centripète, alors $a_T = \frac{dV}{dt} = 0$ et $a_G = a_N$; la vitesse V est constante. Le mouvement est donc circulaire uniforme.

3.3 $V = \frac{2\pi(R_T+h)}{T}$; V = 502 m/s.

CORRIGE ENONCE CIG 06

1.1 Pour toutes les planètes, le rapport entre le cube du demi-grand axe a de la trajectoire et le carré de la période de révolution est égale à une constante.

1.2 $\vec{a}_G$ étant radial et centripète, $a_T = 0$ alors V = constante ; mouvement uniforme de vitesse $V = \sqrt{\frac{G.M_T}{R_T+h}}$.

1.3. $T = 2\pi.\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G.M_T}}$; T = 6,09.10^3 s. Le satellite observe une autre bande car $T_S < T$.

2.1. r = h + R_T. Distance séparant le centre de la planète au satellite.

2.2. $\alpha_T = \omega.t$ avec ω = 2π. N et $N = \frac{1}{T}$ d'où $\frac{2\pi}{T}.t = \alpha_T$

2.3 $\alpha_T = \frac{\alpha_S.T_S}{T}$; $\alpha_T = 25{,}4°$.

3.1 Une révolution est le tour de la trajectoire d'un satellite.

3.2 La période du satellite étant inférieur à celle de la Terre, quand le satellite a effectué un tour de sa trajectoire, la Terre a tourné d'un certain angle. Le satellite survole alors une autre bande de la terre.

3.3 Nombre de révolutions $n = \frac{360}{25{,}4} = 14{,}1$ révolutions.

CHAPITRE 4 : MOUVEMENT DANS LE CHAMP DE PESANTEUR

PARTICULE SOUMISE A UNE FORCE CONSTANTE

L'essentiel du cours

- Champ de pesanteur

- Vecteur-position : $\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}.t^2 + \vec{v_0}.t + \overrightarrow{OM_0}$
- $\vec{a} = \vec{g}$
- Trajectoire : $Z = -\frac{g}{2V_0^2.cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha$
- Portée du tir : $x = \frac{V_0^2.sin2\alpha}{g}$
- Hauteur maximale atteinte : la flèche $Z = \frac{V_0^2.sin^2\alpha}{2g}$.
- Vitesse du projectile lorsqu'il frappe le sol : $V = V_0$
- Champ électrostatique uniforme
- $E = \frac{U_{AB}}{d}$; $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$; si q = - e
- Trajectoire : $Y = \frac{e.E}{2mV_0^2}x^2$.
- Coordonnées du point de sortie du champ : S ($x_S = l$; $y_S = \frac{e.E\ l^2}{2.mV_0^2}$)
- Vitesse de la particule à la sortie du champ : $V = \sqrt{V_0^2 + (\frac{q.E.l}{mV_0})^2}$
- Déviation électrostatique : $\tan\alpha = (\frac{dy}{dx}) = \frac{V_y}{V_x} = \frac{q.E.l}{m.V_0^2} = \frac{Y}{D}$.
- Déflexion électrostatique : $Y = \frac{D.q.l}{m.d.V_0^2}U$.

ENONCE M. P 01

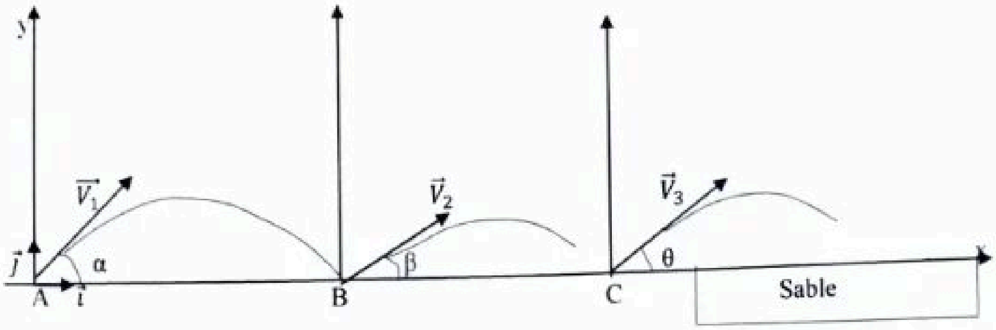
Données : BC = 2,0 m ; g = 10 m/s^2 ; $V_1 = V_3 = 9,1$ m/s ; α = 45°.

Le triple saut est une discipline sportive appartenant à l'athlétisme. Les athlètes ont une course d'élan pour gagner de la vitesse et prennent leur impulsion avant une planche située à 13m, 11 m ou 9,0 m du sable.

Ils enchainent trois sauts en ne touchant le sol qu'avec un seul pied ; on a dans l'ordre un ≪ saut à cloche-pied ou saut initial ≫, une ≪ foulée bondissante ≫ et un ≪ saut final ≫.

On étudie la performance d'un élève effectuant le triple saut pendant le cours d'éducation physique et sportive. On assimilera l'élève à un solide ponctuel. On néglige les forces de frottement.

1. ≪Le saut initial≫ : Dans la course d'élan, l'élève, partant du repos acquiert une vitesse optimale lui permettant de s'envoler en A avec une vitesse $\overrightarrow{V_1}$ faisant un angle α avec l'horizontale et touche le sol en B.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de l'élève dans le repère (A, $\vec{i}, \vec{j}$) est : $y = -0,12\,x^2 + x$.
   1.3 Déterminer la distance AB et le temps mis pour atteindre le point B.
2. ≪ Foulée bondissante ≫ : L'élève enchaine la foulée bondissante en B avec la vitesse $\overrightarrow{V_2}$ faisant un angle β = 6,95° avec l'horizontale. L'élève touche le sol en un point C à l'issue de cette foulée.
   2.1 Donner la nature de la trajectoire décrite par l'élève dans la foulée bondissante.
   2.2 Donner le nom correspondant à la distance BC.
   2.3 Déterminer la vitesse $\overrightarrow{V_2}$ avec laquelle l'élève a abordé la foulée bondissante.
3. Le ≪ saut final ≫ : L'élève termine le saut final au pont C avec la vitesse $\overrightarrow{V_3}$ faisant un angle θ = 30° avec l'horizontale ; la planche se trouvant au point C. Le record du monde est de 7,05 m atteint par Lorraine Ugen (Royaume-Uni) en 2018.



3.1 Définir un repère.

3.2 Préciser la nature du mouvement de l'athlète sur l'axe des abscisses à l'issue du saut final.

3.3 Déterminer la longueur du saut réalisé par l'élève à partir de la planche au point C. L'élève a-t-il battu le record du monde ?

ENONCE M.P 02

Données : M = 80 kg ; m = 10 kg ; g = 10 m.s^{-2} ; α = 60° ; l = 2,5 m ; d = 3,9 m ; h = 2,0 m.

Une maman de masse M et sa fille de masse m, jouent au jeu de la balançoire. Lorsque l'enfant s'assoie en premier à l'extrémité A, l'équilibre de la balançoire est rompu et elle s'incline du côté de l'enfant. Par manque d'attention, lorsque la maman s'assoie brusquement, à l'autre extrémité B, l'enfant, assise à l'extrémité A est soulevé d'une hauteur h et se voit propulsé vers le haut avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale. L'enfant atteint alors le sommet S de sa trajectoire au point d'abscisse $x_S = \frac{d}{2}$ (figure).

3.4 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

3.5 Etablir les équations horaires du mouvement de l'enfant dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$).

3.6 Déterminer la norme de la vitesse $\overrightarrow{V_O}$ avec laquelle l'enfant a été propulsé en A.

4. Prise de peur, la maman se propose de rattraper l'enfant. Elle se met debout et saute à la distance OB = 3,0 m, en levant les bras, sa hauteur atteint alors 3,5 m.

4.1 Donner la nature du mouvement de l'enfant sur l'axe (OX).

4.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de l'enfant est

$$y = -\frac{2.g}{V_0^2}x^2 + \sqrt{3}x + 2.$$

4.3 Démontrer que la maman peut toujours rattraper son enfant in-extrémis.

5. En réalité, la maman ne rattrape pas l'enfant et la met alors en danger. L'enfant, peut soit tomber sur le sol ou soit tomber dans la piscine dont la largeur est l.

5.1 Définir la portée du tir d'un projectile.

5.2 Donner l'expression de la portée de l'enfant en fonction de g, α et V_O.

5.3 Démontre que la maman est obligée de plonger dans piscine pour aller sauver son enfant de la noyade.

ENONCE M.P 3

Données : masse de l'élève $m = 60\ kg$; $H = 1,78 m$; $h = 1,40\ m$; $g = 9,8\ m/s^2$; $\alpha = 35°$

Afin de préparer son examen du baccalauréat à l'épreuve d'éducation physique et sportive, l'élève qui suit des études en terminale C, visualise grâce à une vidéo le saut effectué lors de son dernier cours d'EPS.

L'élève souhaite connaître la vitesse initiale V_0 au moment de l'impulsion, la distance d qui sépare son pied d'appel de l'aplomb de la barre pour éviter de retomber sur la barre et la durée du saut (figures 1 et 2).

1 D'après ce qu'il a vu dans son cours de physique, il va essayer d'appliquer les lois du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur. On néglige les forces de frottement. On étudiera seulement le mouvement du centre d'inertie G de l'élève.

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Etablir les équations horaires du mouvement du centre d'inertie G de l'élève.

1.3 Déterminer la vitesse initiale $\vec{V_0}$ de l'élève au moment de l'impulsion.

2. On suppose que la vitesse initiale de l'élève au moment de l'impulsion est $V_0 = 4,5\ m/s$.

2.1 Donner la nature de la trajectoire du mouvement du centre d'inertie de l'élève.

2.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie de l'élève est :

$$y = -\frac{19,6}{V_0^2}.x^2 + \sqrt{3}x + 1.$$

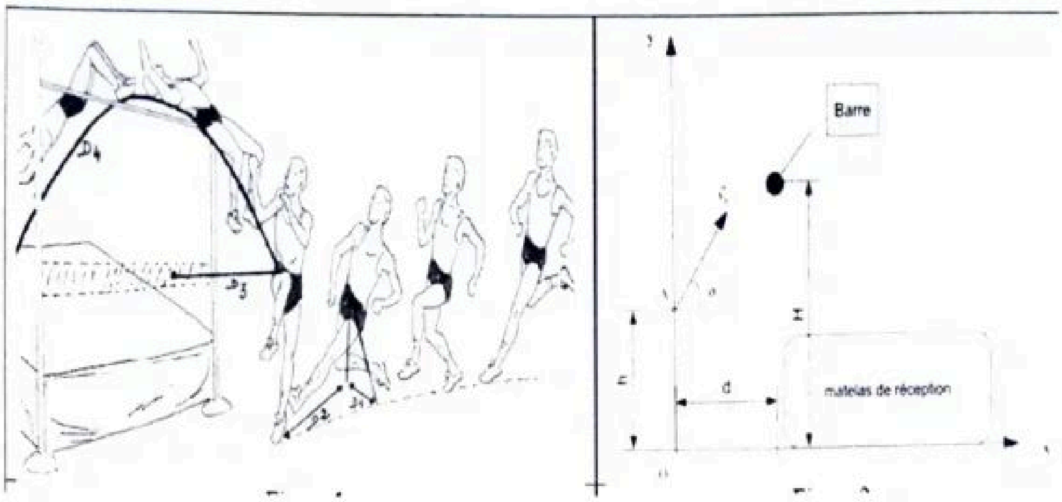
2.3 Déterminer la distance d qui sépare le pied d'appel de l'élève de l'aplomb de la barre.

3. Durée du saut.

3.1 Définir la durée d'un phénomène.

3.2 Préciser le référentiel d'étude du mouvement du centre d'inertie G de l'élève.

3.3 Déterminer la durée du saut de l'élève du pied d'appel jusqu'à la barre de hauteur H.

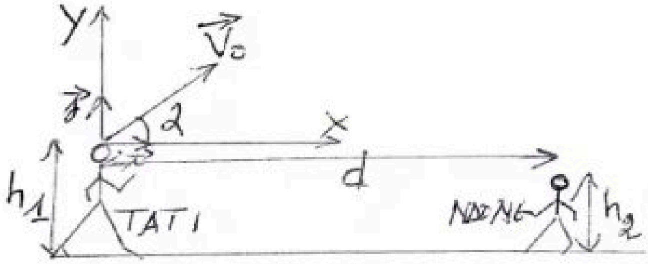


ENONCE M.P 4

Les frottements sont négligeables, g = 10 m/s^2et V_O = 10 m/s.

1. Deux joueurs de football TATI et NDONG, de tailles respectives h_1 = 1,80m et h_2 = 1,60 m, s'entrainent au jeu de tête avec un ballon que l'on supposera ponctuel afin de déterminer la hauteur flèche et la vitesse d'impact du ballon.

Après un coup de tête, le ballon part de TATI vers NDONG avec une vitesse initiale $\vec{V}_O$, faisant un angle α = 45° avec l'horizontale (figure).



On prendra comme origine des espaces, le sommet de la tête de Tati et comme origine des dates, l'instant de départ du ballon.

1.1. Définir la flèche du tir.

1.2. Etablir les équations horaires du mouvement du ballon dans le repère d'axes (OX, OY).

1.3. Déterminer la flèche du ballon.

2. Etude de la trajectoire.

2.1. Définir la trajectoire d'un point mobile.

2.2. Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du ballon s'écrit : 10Y + X^2 – 10X = 0.

2.3. Déterminer la distance d séparant TATI et NDONG pour que le ballon retombe exactement sur la tête de NDONG.

3. Détermination de la vitesse avec laquelle le ballon touche la tête de NDONG.

3.1 Donner la direction et le sens du vecteur-vitesse instantané au point d'impact, qui est la tête de NDONG.

3.2 Montrer que les coordonnées du vecteur-vitesse au point d'impact NDONG est :

$V_X = V_O.\cos\alpha$ et $V_Y = V_O.\sin\alpha - \frac{g.d}{V_O.\cos\alpha}$.

3.3Déterminer la norme du vecteur-vitesse sur le point d'impact NDONG.

ENONCE M.P 05

Données : m = 50 kg ; g = 10 $m.s^{-2}$; OB = OC = r = 15 m ; AB = L = 200 m ; $\alpha = 30°$; f = 100N ; $V_B = 20$ m/S.

Au cours d'une séance d'entrainement, on veut évaluer la force de traction qui permettra à un skieur de réaliser un saut de 31 m de long et le temps-mis pour le réaliser.

1. Un skieur de masse m (avec son équipement) est tire par un bateau à l'aide d'une corde parallèle à la surface de l'eau.

Le skieur démarre sans Vitesse initiale au point A. Il est tracté par la force $\vec{F}$ constante et l'ensemble des forces de frottement est représenté par une force $\vec{f}$. Après un parcourt de longueur AB = L, le skieur attaint une Vitesse $\vec{V_B}$. Le skieur lâche la corde en B et parcourt le tremplein BC, circulaire de centre O et de rayon OB.

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Montrer que la Vitesse au point C est $V_C = \sqrt{V_B^2 - 2.g.r(1 - cos\alpha)}$.

1.3 Déterminer la réaction du tremplin sur le skieur en C.

2. Le skieur quitte le tremplin en C avec la Vitesse V_C = 19 m/s en réalisant un saut.

2.1 Nommer la deuxième loi de Newton.

2.2 Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du skieur dans le repère $(C, \vec{i}, \vec{j})$.

2.3 Déterminer la force de traction exercée par le bateau pour que le skieur, une fois libéré de la corde atteigne dans son saut le point E d'abscisse 31 m.

3. Durée du saut.

3.1 Définir la durée d'un phénomène.

3.2 Donner la nature du mouvement du skieur sur l'axe des abscisses. Justifier.

3.3 Déterminer la durée du saut réalisé par le skieur pour atteindre le point E.

ENONCE M.P 06

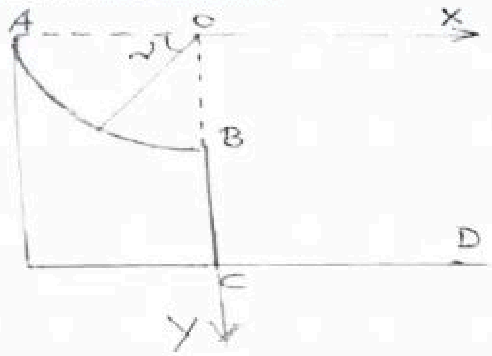
Données : m= 0,20 kg ; g = 10 m/s^2 ; OC = 2,0 m ; AO = BO = r = 1,0 m ; $\alpha = 60°$.

Un élève de terminale D se propose de vérifier ses acquis sur l'application des théorèmes de l'énergie cinétique et du centre d'inertie.

Une piste ABCD contenue dans un plan vertical est formée de trois parties

- AB ayant la forme d'un arc de cercle de centre O et de rayon r ;
- BC partie verticale ;
- CD partie horizontale

1. On lâche sans vitesse initiale un solide de masse m du point A. La position du solide est repérée au point M par l'angle α. On néglige les forces de frottement.
   1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   1.2 Montrer que l'expression littérale du vecteur vitesse du solide au point M est $V_M = \sqrt{2.g.r.sin\alpha}$.
   1.3 Déterminer la norme de la réaction de la piste sur le solide au point M.
2. Le solide quitte la piste au point B avec la vitesse V_B.
   2.1 Donner la nature du mouvement du solide sur la piste AB.
   2.2 Donner l'expression de la vitesse du solide au point B.
   2.3 Calculer la norme de la vitesse V_B.
3. On suppose que le solide quitte la piste au point B avec la vitesse V_B = 4,5 m/s et touche sol au point D.
   3.1 Donner la direction et le sens du vecteur vitesse $\vec{V}_B$ au point B.
   3.2 En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation cartesienne de la trajectoire du mouvement du solide en fonction de g, r et V_B dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$).
   3.3 Déterminer les coordonnées du point D.



CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 4 : MOUVEMENT DANS LE CHAMP DE PESANTEUR.

CORRIGE ENONCE M. P 01

1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

1.2 En appliquant la deuxième loi de Newton et en projetant sur les axes, on obtient :

$$Y = -\frac{g}{2.V_1^2.cos^2\alpha}.x^2 + x.tan\alpha.$$

1.3 Résoudre l'équation y = 0 et x = AB = 8,3 m ; $t = \frac{AB}{V_1.cos\alpha} = 1,3$ s.

2.1 La trajectoire est une parabole.

2.2 La longueur BC représente la portée de la foulée bondissante.

2.3 La vitesse $V_2 = \sqrt{\frac{g.BC}{sin2\beta}} = 9,1$ m/s.

3.1 Ensemble formé par un point O, origine fixé au référentiel et d'une base formée par des trois vecteurs unitaires.

3.2 Mouvement rectiligne uniforme.

3.3 Longueur du saut :

L = $\frac{V_3^2 . sin2\theta}{g}$ = 7,2 m. L'élève a battu le record.

CORRIGE ENONCE M.P 02

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

1.2 Equations horaires : x = (V_O. Cosα).t ; y = - $\frac{1}{2}$. g. t^2 + (V_O. Sinα).t + h.

1.3 x_S = (V_O. Cosα).t_S avec $t_S = \frac{V_O . sin\alpha}{g}$; $V_O = \sqrt{\frac{g.d}{sin2\alpha}}$ = 6,7 m/s.

2.1 Sur l'axe (OX), le mouvement est rectiligne uniforme.

2.2 Exploiter les équations horaires.

2.3 Pour x = OB, dans l'équation de la trajectoire, y = 3,2 m < 3,5 m.

3.1 La portée d'un projectile est la distance entre le point de projection et le point d'impact du projectile.

3.2 $x_P = \frac{V_O^2 . sin2\alpha}{g}$.

3.3 d < x_P = 4,0 m < d + l Elle doit plonger dans la piscine pour sauver sa fille.

CORRIGE ENONCE M.P 03

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

1.2 Appliquer le théorème du centre d'inertie et projeter sur les deux axes : x(t) = (V_0.cosα).t ; y = - $\frac{1}{2}$.g.t^2 + (V_0.sinα).t + h.

1.3 En utilisant la relation de la flèche : $V_0 = \frac{\sqrt{2.g.(H-h)}}{sin\alpha}$ = 4,8 m/s.

2.1 La trajectoire est une parabole.

2.2 Utiliser les équations horaires.

2.3 Pour x = d et y = H dans l'équation cartésienne 1,0 m ≤ d ≤ 1 :2 m.

3.1 Intervalle de temps qui s'écoule entre début du phénomène et sa fin.

3.2 Référentiel terrestre supposé Galiléen.

3.3 Pour x = d, 0,25 s ≤ t ≤ 0,31 s.

CORRIGE ENONCE M.P 04

1.1 La flèche du tir est la hauteur maximale atteinte par le projectile ou le point le plus élevé de la trajectoire.

1.1 x =7,1t ; y = - 5.t^2 + 7,1t.

1.2 $H_{max} = \frac{V_0^2 sin^2\alpha}{2.g}$; H_{max}= 2,5 m.

2.1 La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions successivement occupées par le point mobile au cours de son mouvement.

2.3 y = h_2 - h_1 ; x = d = 10 m.

3.1 Direction : tangent à la trajectoire ; sens : celui du mouvement.

3.3. V = $\sqrt{V_O^2 + (\frac{g.d}{V_O.cos\alpha})^2 - 2.g.d.tan\alpha}$; V = 10 m/s

CORRIGE ENONCE M.P 05

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

1.2 Appliquer le T. E. C.

1.3 R = m. g (3cosα -2) + $\frac{m.V_B^2}{r}$ = $1,6.10^3$ N.

2.1 Théorème du centre d'inertie.

2.2 Y = $-\frac{1}{2}.\frac{g}{V_C^2.cos^2\alpha}.x^2$ + x. tanα.

2.3 F = f + $\frac{m}{2.L}$ [2.g.r (1 – cosα) + $\frac{g.x_E}{sin2\alpha}$] = 50 N.

3.1 Association d'un point O, fixé à une origine et d'une base formée de trois vecteurs unitaires.

3.2 Mouvement rectiligne uniforme, car $a_x = 0$.

3.3 t = $\frac{x_E}{V_C.cos\alpha}$ = 2,0 s.

CORRIGE ENONCE M.P O6

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées à ce solide entre ces deux instants.

1.2 Appliquer le théorème de l'énergie cinétique :$\frac{1}{2}$.m.V_M^2 = m.g.r ; avec h = r.

1.3 Appliquer le théorème du centre d'inertie : R – m.g.sinα = $\frac{m}{r}$.2.g.r.sinα d'où R = 3.m.g.sinα ; AN : R = 5,2 N.

2.1 Sur la piste AB le Mouvement circulaire uniforme.

2.2 Au point B, α = $\frac{\pi}{2}$ rad alors $V_B = \sqrt{2.g.r}$.

2.3 V_B = 4,5 m/s.

3.1 Caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_B$: - direction tangente à la trajectoire en B

- sens, celui du mouvement.

3.2 Equation cartésienne : x(t) = V_B.t ; y(t) = $\frac{1}{2}.\frac{g}{V_B^2}.x^2$ + r.

3.3 Coordonnées du point D : y_D = 2.r = 2,0 m ; résoudre l'équation $y_D = \frac{1}{2}.\frac{g}{V_B^2}.x_D^2$ + r, d'où $x_D = V_B.\sqrt{\frac{2.r}{g}}$;

x_D = 2,0 m.

CHAPITRE 4 PARTIE II : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE [...] CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME

L'essentiel du cours

Le vecteur-champ électrostatique $\vec{E}$ est :

- perpendiculaire aux plaques ;
- orienté dans le sens des potentiels décroissants.

$E = \frac{U}{d}$ avec E en $V.m^{-1}$; U tension entre les plaques en Volts (V) et d distance entre les plaques (m).

$\overrightarrow{a_G} = \frac{q}{m}.\vec{E}$ vecteur-accélération de la particule chargée avec $\vec{F} = q.\vec{E}$ (force électrostatique).

Sens du vecteur-accélération :

- $q > 0$; $\vec{a}$ et $\vec{E}$ ont même sens et même direction.
- $q < 0$; $\vec{a}$ et $\vec{E}$ ont la même direction mais des sens contraires.

ENONCE M. C. P 01

Données : $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; E = 670 V/m ; $V_0 = 8{,}2.10^5$ m/s ; L = 9,0 cm ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; α = 15° ; d = 2,0 cm.

La découverte de l'électron valut à Thomson le prix Nobel de physique en 1906. Lors de ses recherches dans son laboratoire de Cambridge, Thomson conçoit un dispositif dans lequel un faisceau d'électrons est dévié lors de son passage entre deux plaques où règne un champ électrique.

1. On étudie le mouvement d'un électron du faisceau qui pénètre entre deux plaques parallèles et horizontales P_1 et P_2, dans une zone où règne un champ électrique $\vec{E}$ uniforme. L'électron pénètre en O dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ avec une vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle α avec l'axe (OX).

1.1 Donner la polarité de chacune des plaques P_1 et P_2.

1.2 En précisant la loi utilisée, montrer que les équations horaires du mouvement de l'électron sont : $x = (V_0.\cos\alpha).t$; $y = \frac{e.E}{2.m_e}.t^2 - (V_0.\sin\alpha).t$.

1.3 Démontrer que la date t_S de passage de l'électron au point S est de l'ordre de la nano-seconde.

2. L'électron sort des plaques au point S.

2.1 Donner la nature de la trajectoire du mouvement de l'électron.

2.2 Montrer que le temps mis par l'électron pour atteindre le minimum (sommet) de la trajectoire est $t = \frac{m.V_0.\sin\alpha}{e.E}$.

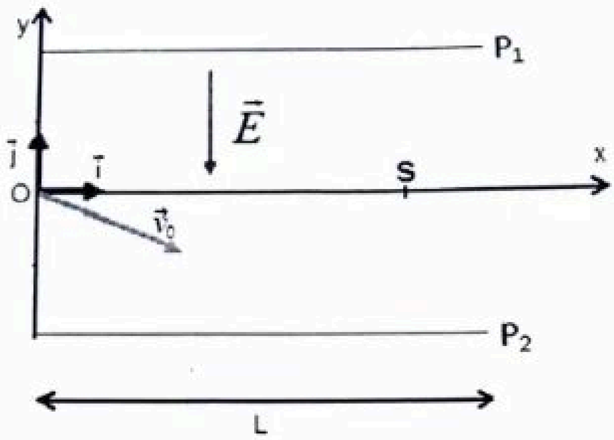
2.3 Déterminer la distance minimale séparant la plaque P_2 du minimum (sommet) de la trajectoire.

3. L'énergie reçue par l'électron en O le permet d'acquérir à la sortie S une vitesse $\vec{V_S}$.

3.1 Donner la nature du mouvement de l'électron sur l'axe (OY).

3.2 Donner les coordonnées du vecteur vitesse en S.

3.3 Déterminer l'angle θ que fait le vecteur vitesse $\vec{v}_S$ avec l'axe (Ox).



ENONCE M.C.P 02

Données : d = 4,00 cm ; L = 20,0 cm ; m (e) = $9{,}11.10^{-31}$ kg ; q = - e = - $1{,}60.10^{-19}$ C ; $U_x = 1{,}00.10^3$ V ; D = 10 cm ; U_Z = 40 V.

Depuis la conception technique d'un accélérateur dans les années 1920, les accélérateurs de particules se sont beaucoup développées et ont pris des tailles très diverses. On distingue entre autres les accélérateurs linéaires où le faisceau de particules traverse une seule fois l'accélérateur.

L'objectif de l'accélérateur ci-dessous est de communiquer de l'énergie à des particules afin d'en étudier les caractéristiques du mouvement.

1. La particule est un électron de charge q = - e et de masse m, émise sans Vitesse initiale au point O sous l'effet d'un champ électrique uniforme créé par deux plaques parallèles et verticales.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Donner le signe de la tension U_x entre les plaques pour que l'électron soit accéléré.

1.3 Déterminer la Vitesse V_0 de l'électron quand celui-ci sort plaques verticales.

2. La particule pénètre ensuite entre la seconde paire de plaques horizontales distantes de d et de longueur L, avec une Vitesse $V_0 = 1{,}87.10^7$ m/s sous la tension U_Z.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de l'électron est :

$$Z = \frac{U_z}{4.d.U_x}.x^2.$$

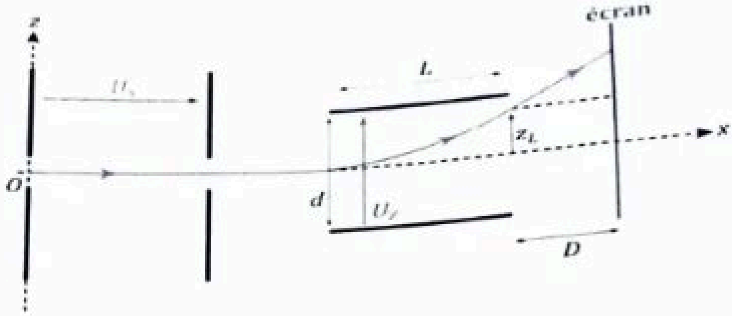
2.3 Déterminer la position et la direction de son vecteur Vitesse à la sortie de la seconde paire de plaques de longueur L.

3. Lélectron sort de la seconde paire de plaques et frappe l'écran situé à la distance D.

3.1 Donner la nature de la trajectoire ultérieure de l'électron.

3.2 Etablir l'expression de l'ordonnée Y du point d'impact sur l'écran en fonction de L, d, D, U_Z et U_x.

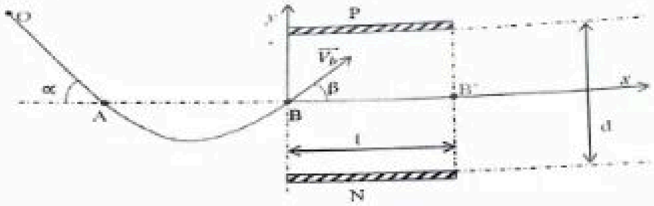
3.3 Calculer la valeur de la déflexion électrostatique Y.



ENONCE M.P.C 03

L

Données : m = $7{,}5.10^{-3}$ kg ; Q = 2.10^{-8} C ; d = 10 cm ; g = 10 $m.s^{-2}$; E = $2{,}0.10^{7}$ V/m ;
= OA = 1,5 m ; l = 13 cm.



Cette application du champ électrostatique vise à évaluer la vitesse d'entrée d'une bille chargée dans le champ électrostatique afin de vérifier si avec cette vitesse une bille chargée peut heurter l'une des plaques du condensateur et de déterminer la distance parcourue par la bille dans le champ électrique.

1. Une bille en verre de masse m, a été électrisée par frottement et déposée sur un plan incliné d'un angle α = 20° par rapport à l'horizontale. Elle est lâchée en un point O, sans vitesse initiale. Le solide glisse tout le long de la piste OAB. On néglige la résistance de l'air.
   1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
   1.2 Etablir l'équation horaire du mouvement de la bille sur OA.
   1.3 Déterminer la vitesse de la bille en A.
2. La bille électrisée positivement quitte la piste en B avec une vitesse V_B = 3,2 m/s, inclinée d'un angle β = 20° par rapport à l'horizontale, en pénétrant entre les armatures d'un condensateur plan P et N où il règne un champ électrostatique $\vec{E}$ puis sort du condensateur au point $B^{'}$ (figure ci-dessus).
   2.1 Donner le signe de la tension U = V_P - V_N.
   2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de la bille est : $y = -3x^2 + 0{,}36.x$.
   2.3 Déterminer la portée de la bille. La bille parcourt -elle toute la longueur des plaques ?
3. 3.1 Définir la flèche de la bille.
   2.3 Montrer que la bille atteint le sommet de sa trajectoire à la date $t_S = \frac{m.V_b.sin\beta}{q.E}$.
   3.3 Déterminer la hauteur maximale atteinte par la bille à l'intérieur du condensateur plan.

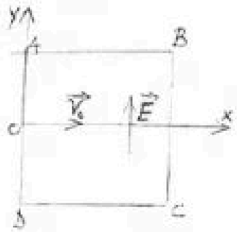
ENONCE M.P.C 04

Données : m = 4,51. 10^{-26} kg ; AO = OC ; P ≪ F.

Un accélérateur de particules est un instrument qui utilise des champs électriques pour amener des particules chargées électriquement à des vitesses élevées. En d'autres termes, il communique de l'énergie aux particules.

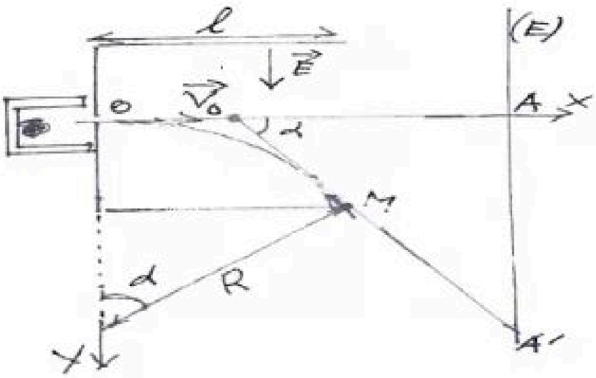
Dans un accélérateur, des ions Al^{3+} pénètrent en O avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ horizontal de valeur $V_0 = 400$ km/s dans un plan de l'espace ABCD vertical de forme carré, de côté 10 cm.

1. Dans la région ABCD règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$, vertical orienté du bas vers le haut, E = 200 kV/m.
   1.1 Nommer la deuxième loi de Newton.
   1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire des ions est $y = 6{,}65.\ x^2$.
   1.3 Déterminer l'abscisse du point de sortie S des ions entre A et B du champ électrique.
2. Les ions sortent du champ électrique entre A et B au point I tel que AI = 8,7 cm.
   2.1 Donner la nature de la trajectoire du mouvement des ions dans l'espace ABCD.
   2.2 Représenter l'allure de la trajectoire sur un schéma clair en traçant le vecteur vitesse $\vec{V_I}$ au point I sans soucis d'échelle.
   2.3 Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse à la sortie au point I.
3. La déviation électrostatique est l'angle α que fait le prolongement de la trajectoire rectiligne à la sortie en I et l'axe (OX).
   3.1 Donner la nature du mouvement des ions à l'extérieur du champ.
   3.2 Montrer que $\tan\alpha = \frac{3.e.E.AI}{m.V_0^2}$.
   3.3 Calculer la déviation électrostatique α.



ENONCE M.P.C 05

Données : $V_O = 8{,}0.10^5$ m/s ; l = 10 cm ; d = 2,5 cm ; U = 3,3 kV ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; m (β^+) = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; OA = 30 cm et OI ≪ OA.



Dans un tube à déflexion électrique, la trajectoire des particules est un arc de parabole. La déviation d'un faisceau d'électrons par un champ électrique uniforme, créé par une tension appliquée entre deux plaques, est proportionnelle à la valeur U de la tension. Un technicien envisage déterminer le rayon de courbure de l'arc de parabole et la déflexion électrique des particules issues de la source.

1. Le technicien utilise une source radioactive qui émet des particules β^+. Ces particules pénètrent en O avec une vitesse $\vec{V_0}$ entre deux plaques où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ sous une tension constante U.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire des particules est : $Y = 10.\,x^2$.
   1.3 Déterminer la déviation angulaire α subi par les particules.
2. Soit C le centre de l'arc de parabole décrite par les particules.
   2.1 Définir champ électrique uniforme.
   2.2 Préciser la direction du vecteur force électrostatique au point M.
   2.3 Déterminer le rayon de courbure de l'arc de parabole des particules.
3. Les particules sortent du champ au point M et sont repérés sur un écran au point A'.
   3.1 Définir la déflexion électrostatique.
   3.2 Donner la nature du mouvement des particules β^+ entre M et A'.
   3.3 Déterminer la déflexion électrostatique $D = AA'$ du faisceau de particules β^+.

ENONCE M.P.C 06

Données : L = 20 cm ; d = 2,0 cm ; E = 5,0.10⁴ V/m ; $|q| = e = 1{,}6.10^{-19}$ C ; $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg.

Pour consolider les acquis de ses élèves, un enseignant propose de vérifier l'application des lois permettant l'étude du mouvement du centre d'inertie d'un solide à une particule chargée en mouvement dans un champ électrique uniforme.

Un condensateur plan est constitué de deux armatures planes horizontales distantes de d, soumises à une différence de potentiel, ~~où V_A~~ (respectivement V_B) est le potentiel de l'armature A (respectivement B). Le champ électrostatique $\vec{E}$ entre les armatures est uniforme.

1. Au point O, une particule de charge q pénètre avec une vitesse $\vec{V_0}$ selon l'axe (OX), dans la zone où règne le champ électrostatique et décrit la trajectoire ci-dessous.

1.1 Donner le signe de la charge q.

1.2 En précisant la loi de Newton utilisée, montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de la particule est : $y = \frac{4{,}4.15^{15}}{V_0^2}.x^2$.

1.3 Déterminer la vitesse V_0 avec laquelle la particule a été injecté entre les armatures du condensateur sachant que l'ordonnée du point S de sortie du champ est y_S = 0,75 cm ; la longueur des plaques étant L.

2. Dans la suite, on prendra $V_0 = 1{,}5.10^7$ m/s. Le principe du champ électrique est d'amener les particules chargées à des vitesses élevées après les avoir communiquées de l'énergie au départ.

2.1 Donner la nature du mouvement des particules sur l'axe (OY).

2.2 Donner les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{V_S}$ à la sortie du champ en fonction de V_0, e, E, m et t.

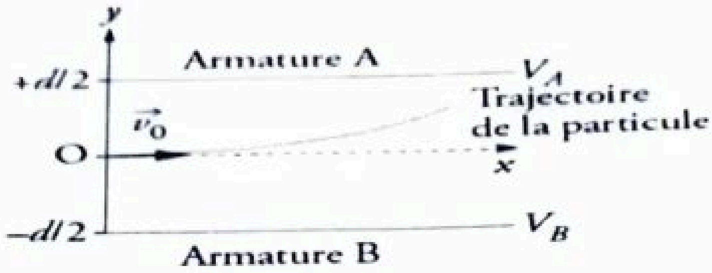
2.3 Déterminer la vitesse acquise par la particule dans le champ électrique au point S.

3. Soient $V_S = 1{,}2.10^8$ m/s la vitesse de la particule à sa sortie du champ électrique et V = 375 V le potentiel du point S.

3.1 Donner l'expression de l'énergie potentielle électrostatique d'une particule de charge q en un point M de potentiel q_M.

3.2 Justifier la conservation de l'énergie totale de la particule dans le champ $\vec{E}$.

3.3 Déterminer l'énergie totale de la partieule au point S.



CORRIGE DES ENONCES : MOUVEMENT D'UNE PARTCULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME

CORRIGE ENONCE M. P. C 01

1.1 Polarité des plaques $P_1(+)$ et $P_2(-)$.

1.2 Théorème du centre d'inertie ; $\Sigma\vec{F}_{est}$ = m.$\vec{a}_G$, $\vec{a}_G = \frac{q.\vec{E}}{m_e} = -\frac{e.\vec{E}}{m_e}$ et projeter cette relation sur les axes.

1.3 Au point S ; y = 0 et $t_S = \frac{2.m_e.V_0.sin\alpha}{e.E}$ = 3,6.10^{-9} s = 3,6 ns.

2.1 La trajectoire est une parabole.

2.2 Au sommet de la trajectoire $V_y = 0$, t = $\frac{m_e.V_0.sin\alpha}{e.E}$.

2.3 $d_m = \frac{d}{2}$ – H avec H = $|y_{sommet}| = \frac{m_e.V_0^2.sin^2\alpha}{2.e.E}$; d_m = 9,8 mm.

3.1 Sur l'axe (OY) le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

3.2 Coordonnées de $\vec{V}_S$($V_{Sx} = V_0$.cosα ; $V_{Sy} = V_0$.sinα) en dérivant les équations horaires.

3.3 Angle entre le vecteur vitesse et l'axe des abscisses : tanθ = $\frac{V_{Sy}}{V_{Sx}}$ = tanα ; θ = α = 15°.

CORRIGE ENONCE M.P.C 02

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.

1.2 La tension $U_x < 0$.

1.3 Vitesse initiale $V_0 = \sqrt{\frac{2.e.U_X}{m}}$ = 1,87.10^7 m/s.

2.1 Dans un référentiel Galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

2.2 Appliquer le théorème du centre d'inertie et projeter la relation dans le repère cartésien.

2.3 Position et direction du vecteur vitesse

x = L = 10,0 cm ; $y_L = \frac{U_Z.L^2}{4.d.U_X}$ = 0,01 m et tanα = $(\frac{dy}{dx})_{x=L} = \frac{U_Z.L}{2.d.U_X}$ alors α = 5,71°.

3.1 La trajectoire est un segment de droite.

3.2 Ordonnée du point d'impact tanα = $\frac{Y}{D+\frac{L}{2}}$ d'où Y = $\frac{U_Z.L}{2.d.U_X}(\frac{Y}{D+\frac{L}{2}})$.

3.3 Valeur de Y = 0,02 m.

CORRIGE ENONCE M.P.C 03

1.1 Dans un référentiel Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées entre ces deux instants.

1.2 OA = $1,7.t^2$.

1.3 $V_A = \sqrt{2.g.L.sin\alpha}$; V_A = 3,2 m/s.

2.1 U > 0.

2.2 Appliquer le théorème du centre d'inertie et projeter la relation dans le repère.

2.3 y = 0 ; x = 0,12 m. Non.

3.1 La flèche est la hauteur maximale atteinte par la bille au sommet de sa trajectoire.

3.3 H = $\frac{m.V_0^2.sin^2\beta}{2.q.E}$; H = 0,011 m.

CORRIGE ENONCE M.P.C 04

1.1 Théorème du centre d'inertie.

1.2. Appliquer le TCI ; $\overrightarrow{a_G} = \frac{3.e.}{m}\vec{E}$; x= V_Ot et y = $\frac{3.e.E}{2.m}t^2$.

1.3. Y = $\frac{d}{2}$ alors x = $\sqrt{\frac{d}{2X6,65}}$ = 0,087 m.

2.1. La trajectoire est une parabole.

2.2. La trajectoire étant un arc de parabole, le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_I}$ est tangent en I tel que AI = 8,7 cm.

2.3. $\overrightarrow{V_I}$ ($V_{Ix} = V_O$; $V_{Iy} = \frac{3.e.E.AI}{m.V_O}$.

3.1 Mouvement rectiligne uniforme.

3.2 tanα = $\frac{V_{Iy}}{V_{Ix}}$.

3.3 α = 49°.

CORRIGE ENONCE M.P.C 05

1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

1.2 Appliquer le T. C. I et projeter sur les axes.

1.3 Tanα = $\frac{e.U.l}{m.d.V_0^2}$; α = 63°.

2.1 Un champ électrique est dit uniforme dans une zone de l'espace s'il est constant en direction, en sens et en norme.

2.2 Direction verticale ; sens vers le bas.

2.3 sinα = $\frac{l}{R}$; R = 0,11 m.

3.1 C'est la déviation d'un faisceau de particules chargées par action d'un champ électrique.

3.2 Mouvement rectiligne uniforme.

3.3 D = OA. tanα = 59 cm.

CORRIGE ENONCE M.P.C 06

1.1 La charge q est négative.

1.2 Appliquer le théorème du centre d'inertie : $\vec{a}_G = -\frac{e}{m}\vec{E}$ et projeter cette relation.

1.3 Vitesse initiale : pour x = L, $V_0 = \sqrt{\frac{4{,}4.10^{15}.L^2}{Y_S}} = 1{,}5.10^7$ m/s.

2.1 Sur l'axe (OX) le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

2.2 Coordonnées vecteur vitesse à la sortie $\vec{V}_S$ ($V_{Sx} = V_0$; $V_{Sy} = \frac{e.E.L}{m.V_0}$).

2.3 $V_S = \sqrt{V_0^2 + (\frac{e.E.L}{m.V_0})^2} = 1{,}2.10^8$ m/s.

3.1 Energie potentielle électrostatique E_P = q.V_M.

3.2 Enceinte de champ magnétique placée sous vide et le champ électrique est uniforme.

3.3 Energie totale : $E_T = \frac{1}{2}.m.V_S^2 + q.V = 6{,}4.10^{-15}$ J.

CHAPITRE : 5 OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES.

L'essentiel du cours

Période propre des oscillations : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$

Pulsation propre des oscillations : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$ *: avec ω_0 en rad/s, k en N/m, M en kg et T_0 en seconde.*

Equation différentielle : $\ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0$

Solution générale de l'équation différentielle : $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

X : élongation ou abscisse du mouvement ; x_m : élongation maximale ou amplitude maximale ; $\omega_0 t + \varphi$: phase à l'instant t et φ : phase à l'origine.

Energie mécanique d'un oscillateur horizontal : $E_m = \frac{1}{2}k.x^2 + \frac{1}{2}MV^2$

Energie mécanique d'un oscillateur vertical : $E_m = \frac{1}{2}k.(x + x_0)^2 + \frac{1}{2}MV^2 - m.g.x$

Conservation de l'énergie mécanique : $E = \frac{1}{2}k.x_m^2 = \frac{1}{2}MV_m^2$.

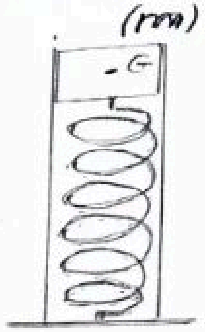
ENONCE OSC.MECA 01

Données : m = 50g ; M = 75 g ; g = 10 N/kg ; l_1 = 20 cm ; l_2 = 15 cm.

Un oscillateur harmonique est un oscillateur idéal dont l'évolution au cours du temps est décrite par une fonction sinusoïdale du temps, sa fréquence ne dépend que des caractéristiques du système et dont l'amplitude est constante.

Pour déterminer les caractéristiques d'un oscillateur, on étudie son évolution au voisinage d'une position d'équilibre stable.

1. Un ressort de masse négligeable … à glisser verticalement dans un tube vertical sans frottement … sur la base du tube et sur son extrémité libre, on pose une masse marquée m, le ressort prend alors une nouvelle longueur l_1. On ajoute une nouvelle masse marquée M au-dessus de m, le ressort prend alors une longueur l_2.
   1.1 Enoncer le principe d'inertie.
   1.2 Montrer que les deux masses marquées sont liées par la relation : $M = m.(\frac{l_1 - l_2}{l_0 - l_1} - 1)$.
   1.3 Déterminer la longueur à vide du ressort l_0.
2. On suppose que la longueur à vide du ressort a pour valeur $l_0 = 22$ cm. La masse marquée M est toujours posée sur la masse marquée m.
   2.1 Donner l'unité de la constante de raideur.
   2.2 Montrer qu'on peut établir la relation : $\frac{m}{l_0 - l_1} = \frac{M+m}{l_1 - l_2}$.
   2.3 Calculer la constante de raideur k du ressort.
3. On enlève avec précaution la masse marquée M, le système masse marquée + ressort se met alors à osciller autour de sa position d'équilibre où la compression du ressort vaut 5,0 cm. On prendra la constante du ressort k = 25 N/m.
   3.1 Donner la formule qui a permet de calculer la compression du ressort 5,0 cm.
   3.2 Etablir l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur.
   3.3 Déterminer l'expression numérique de l'équation horaire x (t) du mouvement de l'oscillateur. La solution générale est x (t) = $x_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$.



ENONCE OSC.MECA 02

Données : m_1 = 8,0 kg ; m_2 = 800 g ; k = 150 N/m ; g = 10 N/kg ; α = 45° ; h_C = 1,5 m ; h_O = 0,50 m ; d = 100 m.

Un exercice militaire consiste à faire une simulation de tire avec une arme de petite dimension afin d'en fabriquer une arme grandeur nature et performante : le mortier.

On néglige les frottements dans tout l'énoncé.

Le mortier de masse m_1 tire un obus de masse m_2 à la vitesse $\vec{V}_O$, incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. L'obus est tiré à une hauteur h_O du sol et va se loger dans un trou au point C à la distance d de l'origine O du tire (figure ci-dessous).

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de l'obus est : $y = -\frac{g}{V_O^2}.x^2 + x + h_O$.

1.3 Déterminer la vitesse V_O avec laquelle l'obus a été tiré.

2. On suppose que l'obus sort du mortier avec une vitesse V_O = 32 m/s et fait reculer le mortier, fixé à un ressort de raideur k à spire non jointives, d'une vitesse $\vec{V}_r$.
   2.1 Donner le principe de la conservation de la quantité de mouvement.
   2.2 Etablir la relation vectorielle liant $\vec{V_O}$, $\vec{V_r}$, m_1 et m_2.

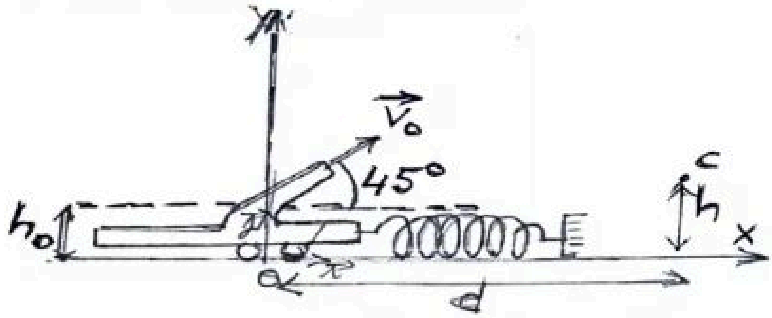
2.3 Déterminer la vitesse de recul du mortier.

3. Juste après, le tire de l'obus, le mortier recul avec une vitesse V_r = 3,2 m/s, le système ressort + mortier se met à osciller autour de sa position d'équilibre d'un mouvement rectiligne sinusoïdale.

3.1 Définir un oscillateur harmonique.

3.2 Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur, en précisant de l'axe de projection de la tension $\vec{T}$du ressort.

3.3 Déterminer l'équation horaire numérique du mouvement de l'oscillateur sachant que l'équation générale est : $x(t) = x_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$.



ENONCE OSC.MECA 03

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves étudie le mouvement d'un mobile de masse m posé sur un banc à coussin d'air horizontal et attaché à un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k. Un dispositif d'acquisition permet d'enregistrer la position du centre d'inertie G du mobile à chaque instant (figure). Cette position est repérée sur un axe $(x'x)$ horizontal, orienté de gauche vers la droite.

1. L'origine O de l'axe coïncide avec la position du centre d'inertie lorsque le mobile est à l'équilibre sans frottement.

1.1 Donner le sens dans lequel le mobile a été écarté (vers la gauche ou la droite).

1.2 Justifier si le mobile est lâché avec ou sans vitesse initiale.

1.3 Déterminer l'expression de l'élongation x(t) du mouvement du mobile. $X(t) = x_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

2. Equation différentielle du mouvement de l'oscillateur.

2.1 Définir un oscillateur harmonique.

2.2 Montrer que la vitesse instantanée du mobile est $V(t) = -0{,}63.\sin(10\pi t + \pi)$.

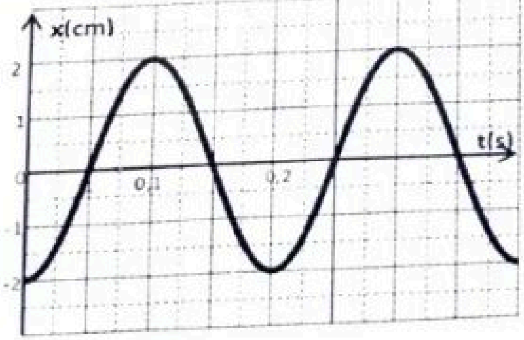
2.3 Démontrer que l'équation différentielle du mouvement est $\frac{d^2x}{dt^2} + 100.\pi^2 x = 0$.

3. Etude énergétique.

3.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de k, x, m et $\dot{x}$.

3.2 Montrer que cette énergie peut s'écrire $E_m = \frac{1}{2}\,m.V_m^2$.

3.3 Déterminer l'énergie mécanique du système. On donne k = 63 N/m.



ENONCE OSCMECA 04

Données : $m = 0{,}10$ kg ; $g = 10$ N/kg ; $\alpha = 30$ ° ; $V_A = 6{,}0$ m/s ; $k = 45$ N/m ; $r = 1{,}0$ m.

Au cours d'une séance travaux dirigés, un groupe d'élèves s'exerce sur l'application du théorème de la conservation de l'énergie mécanique.

1.Un solide (S) de masse m assimilable à un point matériel est lancé à partir d'un point A sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale avec une vitesse V_A. Le solide (S) arrive au point B avec une vitesse nulle. On néglige tous les frottements.

1.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.

1.2 Montrer que le mouvement du solide est retardé sur AB, en exprimant l'accélération en fonction de V_A et t.

1.3 Déterminer la longueur réelle de la piste AB.

2. Le solide (S) aborde la piste circulaire BC, centré en O et de rayon r. Le solide (S) est repéré au point M par l'angle β.

2.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

2.2 Etablir l'expression de la vitesse du solide au point M en fonction de g, r et β.

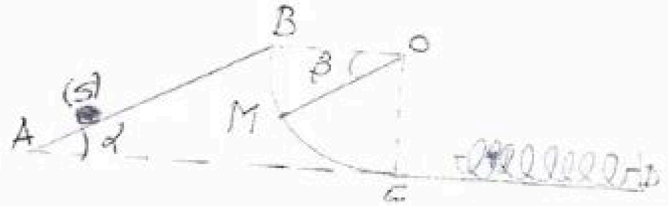
2.3 Déterminer la vitesse du solide en C.

3.Arrivée au point C avec la vitesse $V_C = 4{,}5$ m/s, le solide (S) entre en collision avec le ressort de constante de raideur k et s'accroche. Le système solide + ressort subit alors une petite compression.

3.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique en fonction de k, x, m et $\dot{x}$.

3.2 Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide, en appliquant la conservation de l'énergie mécanique.

3.3 Déterminer la compression maximale x_m subie par le système.



ENONCE OSCMECA 05

Pour consolider leurs acquis, un groupe d'élèves souhaite étudier les caractéristiques d'un pendule élastique vertical en séance de travaux pratiques.

Le groupe réalise le montage d'un solide S de masse m attaché à l'extrémité inférieure d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur $k = 20$ N/m, le ressort subit alors un allongement x_0, l'autre extrémité du ressort est attachée à un point fixe (figure 1).

1.Le groupe tire le solide vers le bas d'une distance x et le lâche sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates. Sur le plan horizontal passant par O, $E_{Pp} = 0$. On néglige les forces de frottement.

Le graphe de la figure 2 donne les variations de l'accélération du solide S en fonction de l'élongation x.

1.1 Dans l'expression $E = - m.g.x + \frac{1}{2} m.\dot{x}^2 + \frac{1}{2} k.(x + x_0)^2$, donner les expressions représentant l'énergie cinétique, l'énergie potentielle élastique et l'énergie potentielle de pesanteur.

1.2 En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur.

1.3 Démontrer graphiquement que la courbe de la figure 2 a pour équation Y = - 100.x.

2.Détermination de la masse m du solide.

2.1 Nommer la grandeur ω_0 et son unité.

2.2 Préciser à quelle grandeur correspond l'ordonnée Y dans l'équation Y = - 100.x.

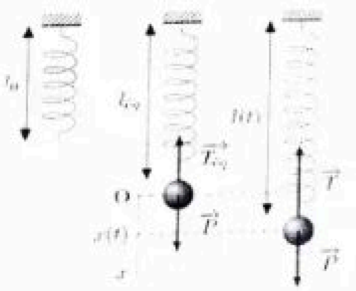
2.3 Déterminer la masse m du solide.

3.Le graphe représentant la variation de l'énergie cinétique du solide en fonction du temps est donné par la figure 3. Soit $x(t) = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, la solution de l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur.

3.1 Donner l'expression de l'énergie cinétique en fonction de m, x_m, ω_0, φ et t.

3.2 Montrer que l'énergie cinétique de l'oscillateur peut s'écrire : $E_C = \frac{1}{4} k.x_m^2[1 + \cos(2.\omega_0 t + 2\varphi)]$.

3.3 Déterminer les valeurs de l'amplitude maximale x_m et la phase à l'origine φ.



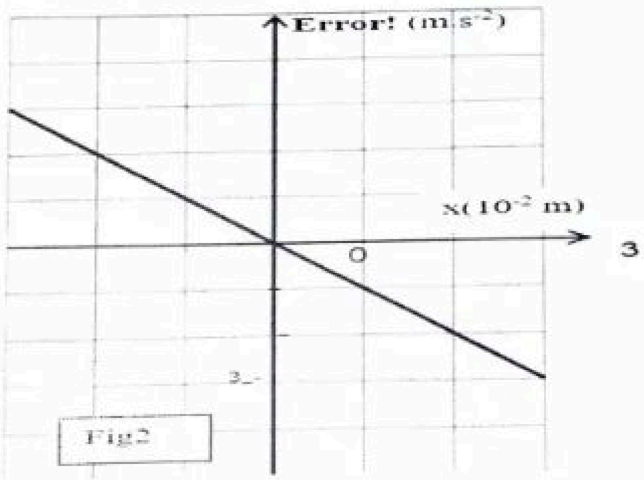
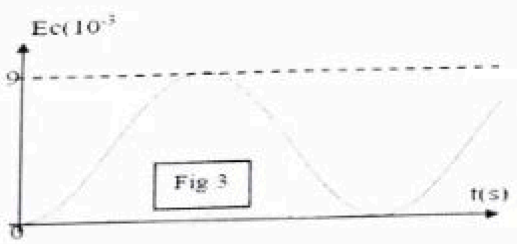


Figure 1

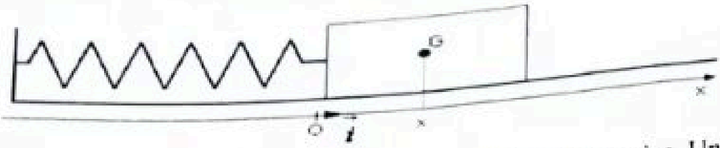


ENONCE OSCMECA 06

Un oscillateur harmonique peut être définit comme tout système physique à un paramètre x(t) qui obéit à l'équation différentielle $\ddot{x} + \omega_0^2.x = 0$ (avec ω_0 constant).

On réalise l'étude d'un oscillateur constitué d'un solide S de masse m = 0,10 kg. On néglige les forces de frottement.

La position du centre d'inertie G du solide est repérée par son abscisse x dans le repère (O, $\vec{i}$) (Figure).



1. À l'équilibre, le centre d'inertie G coïncide avec l'origine O du repère. Un dispositif approprié permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps de l'élongation x(t) (figure 2).

1.1 Nommer les constantes x_m et φ dans l'équation $x(t) = x_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

1.2 Etablir l'équation différentielle du mouvement en appliquant la deuxième loi de Newton.

1.3 Déterminer l'expression numérique de l'équation horaire x(t) du mouvement de l'oscillateur.

2. Temps au bout duquel le solide S atteint sa vitesse maximale.

2.1 Donner la position pour laquelle le solide atteint sa vitesse maximale.

2.2 Montrer que le solide atteint sa vitesse maximale pour la première fois lorsque $t = \frac{T_0}{4}$.

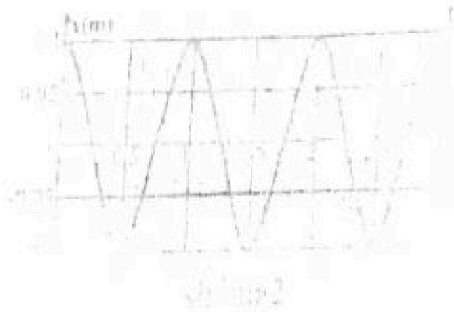
2.3 Retrouver graphiquement cette date (schéma 2).

3. On procède à l'étude des différentes formes d'énergie de l'oscillateur (schéma 3).

3.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique de l'oscillateur en fonction de k, m, x et V.

3.2 Identifier et compléter sur le schéma 3, les courbes des variations des énergies mécanique E_m, potentielle élastique E_P et cinétique E_C.

3.3 Démontrer que la constante de raideur du ressort a pour valeur k = 4,0 N/m.



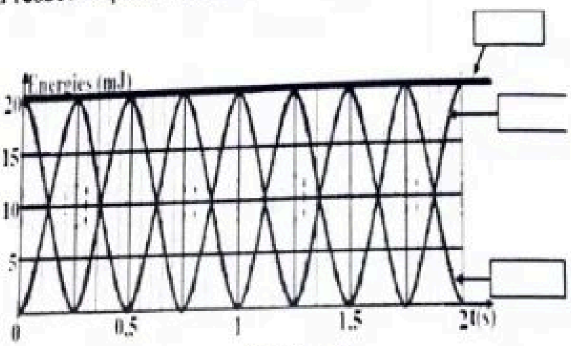


Schéma 3

CORRIGES DES ENONCES DU CHAPITRE 5 : OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

CORRIGE ENONCE osc.méca 1

1.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme si sa vitesse est constante.

1.2 Conditions d'équilibre pour les deux positions m.g = k ($l_0 - l_1$) et (M + m).g = k ($l_1 - l_2$)

1.3 Longueur à vide $l_0 = l_1 + \frac{l_1 - l_2}{\frac{M}{m}+1} = 22$ cm.

2.1 L'unité de la constante de raideur est N/m.

2.2 À partir des conditions d'équilibre k = $\frac{m.g}{l_0 - l_1}$ = $\frac{(M+m).g}{l_1 - l_2}$

2.3 Constante de raideur k = 25 N/m.

3.1 La position d'équilibre 2 donne x = l_1 - l_2.

3.2 Appliquons le T.C.I $\vec{P} + \vec{T}$ = m.$\vec{a}_G$; m.g – k (x + x_0) = m.$\ddot{x}$; m.g – k.x_0 – k.x = m.$\ddot{x}$, en enlevant la condition d'équilibre on a $\ddot{x}$ + $\frac{k}{m}$.x = 0

3.3 Equation horaire : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ = 22 rad/s, à t = 0 $\dot{x}(0)$ = - $\omega_0 x_m$.sinφ = 0 alors φ = 0

À t = 0 x(0) = x_m.cos(0) et x_m = 5, 0 cm d'où x(t) = 5,0.10^{-2}.cos(22t).

CORRIGE ENONCE osc.méca 02

1 1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

1.1 Appliquer le théorème du centre d'inertie.

1.2 V_O = d.$\sqrt{\frac{g}{d + h_O - h_C}}$; V_O = 32 m/s.

1. 2.1 Le vecteur quantité de mouvement d'un système isolé ou pseudo-isolé demeure constant.

2.2 $m_2.\overrightarrow{V_O}$ = - $m_1.\vec{V}_1$.

2.3 $V_r = \frac{m_2.V_O.cos\alpha}{m_1}$; V_r = 2,3 m/s.

3. 3.1 Un oscillateur est dit harmonique si son abscisse par rapport à sa position d'équilibre est une fonction sinusoïdale du temps.

3.2 Axe de projection de la tension : (XX').

- T = $m_1.\ddot{x}$ d'où l'équation $\ddot{x} + \omega_O^2 x = 0$.

3.3 $\omega_O = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$ = 4,3 rad/s. On a $x_m = \frac{V_r}{\omega_O}$ = 0,74 m; V_r = - $x_m.\omega_O$.sinφ, à t = 0 et φ = - $\frac{\pi}{2}$ rad.

X(t) = 0,74. Cos (4,3t - $\frac{\pi}{2}$).

CORRIGE ENONCE osc.méca 03

1.1 Le mobile est écarté vers la gauche, car à t = 0 x(0) = - x_m.

1.2 Le mobile est lâché sans vitesse initiale car à t = 0, x(0) = - x_m or V = $\frac{dx}{dt}$ = 0.

1.3 On a T_0 = 0,2 s, $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0}$ = 10π rad/s ; à t = 0, V = - $x_m\omega_0$.sinφ = 0 alors φ = π d'où

x(t) = 0,02 cos (10πt + π).

2.1 Un oscillateur est dit harmonique si son abscisse par rapport à sa position d'équilibre est une fonction sinusoïdale du temps.

2.2 V(t) = - 10π x 0,02sin (10πt +π) = - 0,63 sin (10πt + π).

2.3 Equation différentielle : $\frac{dx}{dt}$ = - 10π x 0,02 sin $(10\pi t + \pi)$; $\frac{d^2x}{dt^2}$ = - 100.π^2 x 0,02 cos (10πt + π)

d'où $\frac{d^2x}{dt^2}$ + 100.π^2x = 0.

3.1 Energie mécanique $E_m = \frac{1}{2}$ k.$x^2 + \frac{1}{2}$ m.$\dot{x}^2$.

3.2 $E_m = \frac{1}{2}$ k.$x_m^2 cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}$ m.$x_m^2.\omega_0^2.sin^2(\omega_0 t + \varphi)$ avec k = m.ω_0^2, on a $E_m = \frac{1}{2}$ m.V_m^2 sachant que $V_m = x_m.\omega_0$.

3.3 En utilisant la question 3.2 on a $E_m = \frac{1}{2}$ k.x_m^2 = 1,3.10^{-2} J.

CORRIGE ENONCE osc. méca 04

1.4 La trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$.

1.5 Expression de l'accélération a = - $\frac{V_A}{t} < 0$.

1.6 AB = $\frac{V_A^2}{2.g.sin\alpha}$ = 3 ;6 m.

21 Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.

2.2 $V_M = \sqrt{2.g.r.sin\beta}$.

2.3 $\beta = \frac{\pi}{2}$ rad, $V_C = \sqrt{2.g.r}$ = 4,5 m/s.

3.1 $E_m = \frac{1}{2}$. k. $x^2 + \frac{1}{2}$. m. $\dot{x}^2$.

3.2 $\ddot{x} + \frac{k}{m}$. X = 0 avec $\frac{dE_m}{dt}$ = 0.

3.3 $x_m = V_C.\sqrt{\frac{m}{k}}$ = 0,21 m.

CORRIGE ENONCE osc. méca 05

1.1 Energie cinétique $E_C = \frac{1}{2}$ m.$\dot{x}^2$; énergie potentielle élastique $E_{Pe} = \frac{1}{2}$ k(x + $x_0)^2$ et énergie potentielle de pesanteur E_{Pp} = - m.g.x.

1.2 Equation différentielle :

$\frac{dE_m}{dt} = 0$; $\frac{d}{dt}(\frac{1}{2}$ m.$\dot{x}^2 + \frac{1}{2}$k(x + $x_0)^2$ - $m.g.x) = 0$ et m.$\dot{x}.\ddot{x}$ + k.$\dot{x}$.x + k$x_0.\dot{x}$ − m.g.$\dot{x}$ = 0 or k.x_0 − m.g = 0 d'où $\ddot{x} + \frac{k}{m}$.x = 0.

1.3 Equation de la courbe : soit l'équation générale Y = a.x, on a = $\frac{\Delta(\frac{d^2x}{dt^2})}{\Delta x} = \frac{1-0}{(-1-0).10^{-2}}$ = - 100 d'où Y = - 100.x.

2.1 ω_0 est la pulsation propre exprimée en rad/s.

2.2 Y = $\frac{d^2x}{dt^2}$ = accélération.

2.3 Masse du solide : l'équation ci-dessus correspond à $\frac{d^2x}{dt^2}$ + 100.x = 0 donc ω_0 = 10 rad/s et la masse m = $\frac{k}{\omega_0^2}$ = 0,20 kg.

3.1. Energie cinétique $E_C = \frac{1}{2}$ m.$\dot{x}^2$ avec $\dot{x}$ (t) = $x_m\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$ alors
$E_C = \frac{1}{7}$ m.$x_m^2.\omega_0^2.\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$.

3.2. On a $\cos^2 A = \frac{1+\cos 2A}{2}$ et $E_C = \frac{1}{2}$ m.$x_m^2.\omega_0^2[\frac{1+\cos(2.\omega_0 t+2\varphi)}{2}] = \frac{1}{4}$ k.x_m^2[1 + $\cos(2\omega_0 t + 2.\varphi)$] avec k = m.$\omega_0^2$.

3.3. Valeurs de x_m et φ.

A t = 0 E_C = 0 alors 1 + cos2.φ = 0 donc φ = $\frac{\pi}{2}$ rad et à t = $\frac{T_0}{2}$, $E_C = \frac{1}{4}$ k.x_m^2 et $x_m = \sqrt{\frac{4.E_C}{k}}$ = 0,042 m.

CORRIGE ENONCE osc.méca 06

1.1 Signification des grandeurs : x_m = amplitude maximale et φ = la phase à l'origine.
1.2 Equation différentielle : $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$; - T = m.$\ddot{x}$ et – K.x = m.$\ddot{x}$ alors $\ddot{x} + \frac{k}{m}$.x = 0.
1.3 Equation horaire : x(t) = x_m.cos (ω_0t + φ) ; $\dot{x}$ (0) = - $x_m.\omega_0$.sinφ = 0 alors φ = 0
X (0) = x_m = 0,1 m ; $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0} = 2\pi\ rad/s$
D'où x(t) = 0,1.cos (2πt).

2.1 La vitesse maximale est atteinte lorsque le solide passe par sa position d'équilibre.

2.2 Lorsque le solide passe par la position d'équilibre x(t) = 0 ; 0,1. cos($\frac{2\pi}{T_0}$t) = 0 alors cos($\frac{2\pi}{T_0}$t) = cos $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{2\pi}{T_0} = \frac{\pi}{2}$ d'où $t = \frac{T_0}{4}$.

2.3 Calculons la date t

T_0 = 1 s donc t = 0,25 s. Le graphique montre que le solide passe pour la première fois par la position d'équilibre lorsque x = 0 à t = $\frac{T_0}{4}$ = 0,25 s.

3.1 Energie mécanique : $E_m = \frac{1}{2}$. K.$x_m^2 + \frac{1}{2}$ m.V^2.
3.2 Dans l'ordre, du haut en bas : énergie mécanique, énergie potentielle et énergie cinétique.
3.3 Constante de raideur : $E_P = \frac{1}{2}$ k.x_m^2 alors k = $\frac{2.E_P}{x_m^2} = \frac{2X20.10^{-3}}{(0,1)^2}$ = 4 N/m.

CHAPITRE 6 : CHAMP MAGNETIQUE

L'essentiel du cours

• *À l'intérieur d'un solénoïde, le champ magnétique est uniforme d'intensité : B =* $\mu_0.\frac{N}{l}.I = \mu_0 nI$.

μ_0 = *perméabilité du vide :* $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ *Unités S.I (H/m = henry/mètre).*

N = densité de spires : n = $\frac{N}{l}$ *avec l = longueur du solénoïde (m) et N = nombre de spires.*

I = intensité de courant à travers le solénoïde.

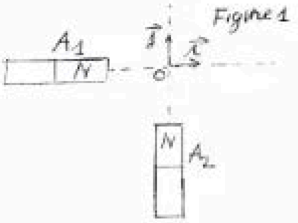
• ***Champ magnétique terrestre :***

$\vec{B} = \overrightarrow{B_V} + \overrightarrow{B_h}$; $\overrightarrow{B_V}$ *: composante verticale et* $\overrightarrow{B_h}$ *: composante horizontale (dans le plan du méridien magnétique).*

ENONCE C.M 01

Un aimant crée un champ magnétique dans l'espace qui l'environne. La configuration avec deux aimants permet d'illustrer l'effet du principe de superposition et la somme vectorielle associée.

1. Dans une première expérience, les deux aimants droits sont identiques A_1 et A_2 et leurs axes de symétrie sont perpendiculaires. Les deux pôles Nord des deux aimants sont situés à la même distance d'un point O. Chaque aimant crée en O un champ magnétique de valeur $2{,}3.10^{-2}$ T (figure 1).
   1.1 Définir le champ magnétique.
   1.2 Représenter, en utilisant une échelle, les vecteurs champ magnétique $\overrightarrow{B_1}$, $\overrightarrow{B_2}$ et le champ résultant.
   1.3 Déterminer le champ résultant en O.
2. Dans la seconde, la position des deux aimants n'est pas modifiée, mais le champ magnétique crée par l'aimant A_2 a la direction de $\vec{\imath} + \vec{\jmath}$ (figure 2).
   2.1 Donner les propriétés d'un aimant.
   2.2 Représenter les vecteurs champ magnétique $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ et $\vec{B}_{résult}$.
   2.3 Déterminer le champ magnétique résultant en O.
3. Enfin, on reprend le montage de l'expérience 2 mais on inverse les pôles de l'aimant A_2.
   3.1 Donner les constituants essentiels de la magnétite.
   3.2 Représenter le vecteur champ magnétique résultant en O.
   3.3 Déterminer le champ magnétique résultant en O.



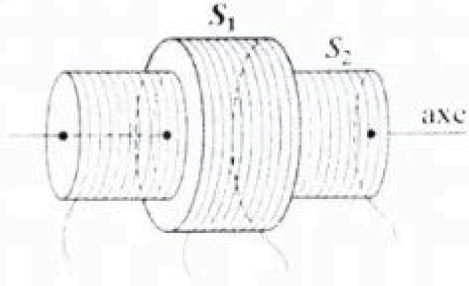
ENONCE C.M 02

Données : l_1 = 50 cm ; N_1 = 200 ; μ_0= $4\pi.10^{-7}$ S.I ; α = 30° ; $B_H = 2.0.10^{-5}$ T ; n_2 = 80 ; α' = 40°.

On se propose d'évaluer le sens de variation du courant par le principe de juxtaposition des champs magnétiques.

1. On considère un solénoïde S_1 de longueur l_1 comportant N_1 spires. On fait passer un courant d'intensité I dans le solénoïde S_1.
   1.1 Donner le comportement d'un solénoïde parcouru par un courant.
   1.2 Donner l'expression du champ magnétique produit au centre du solénoïde S_1 en fonction de I.
   1.3 Schématiser le solénoïde en figurant le sens du courant et le vecteur champ magnétique $\vec{B}$.
2. On place au centre du solénoïde $\vec{S}_1$ une petite aiguille aimantée. L'axe du solénoïde $\vec{S}_1$ étant disposé perpendiculairement au plan du méridien magnétique. Lorsqu'on fait passer le courant d'intensité I, l'aiguille dévie d'un angle α.
   2.1 Donner la direction et le sens de l'aiguille aimantée lorsqu'aucun courant ne parcourt le solénoïde.
   2.2 Représenter sur un schéma clair le solénoïde, le sens du courant et les vecteurs $\vec{B}$, $\vec{B}_H$ et $\vec{B}_t$ (vecteur champ magnétique résultant).
   2.3 Déterminer l'intensité du courant I qui parcourt le solénoïde S_1.

3. On introduit à l'intérieur du solénoïde S_1 un autre solénoïde S_2 comportant n_2 spires par mètre de longueur. Les deux solénoïdes ont un axe coaxial commun et perpendiculaire au plan du méridien magnétique (figure).
On branche les deux solénoïdes en série aux bornes d'un générateur délivrant un courant I', l'aiguille aimantée dévie alors d'un angle α'.
   3.1 Donner l'expression du champ B_2 crée au centre du solénoïde S_2.
   3.2 Représenter les vecteurs champs magnétiques $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ crées au centre des deux solénoïdes. On distinguera deux cas possibles.
   3.3 Déterminer la valeur de l'intensité du courant I' qui parcourt les deux solénoïdes pour chaque cas.



ENONCE C.M 03

L'axe d'une bobine est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. On place en son centre une petite aiguille aimantée mobile au tour d'un axe vertical.

On veut étudier les effets du champ magnétique crée au centre de la bobine sur l'aiguille aimantée.

1. Dans une première expérience, la bobine est parcourue par un courant continu d'intensité I_1 = 50 mA ; l'aiguille aimantée a tourné d'un angle $\alpha = 23°$.
   1.1 Donner le sens du champ magnétique crée au centre d'une bobine parcourue par un courant continu.
   1.2 Représenter les vecteurs champ $\vec{B}_S$. $\vec{B}_r$ et $\vec{B}_h$ respectivement vecteurs champ au centre de la bobine, résultant et composante horizontale du champ magnétique terrestre.
   1.3 Déterminer le champ magnétique B_S crée au centre de la bobine.
2. Dans une seconde expérience, On fait passer un courant d'intensité I_2 = 100 mA dans la bobine, puis on inverse brutalement le sens de ce courant. L'aiguille effectue alors une rotation d'angle $\alpha = 90°$.
   2.1 Définir le champ magnétique.
   2.2 Illustrer la situation sur un schéma clair.
   2.3 Déterminer le champ magnétique crée au centre de la bobine.
3. Au cours de cette troisième expérience les opérations de la seconde expérience sont reproduites mais avec un courant d'intensité I_3. On souhaite que l'aiguille puisse tourner d'un angle $\alpha_3 = 120°$. Avec n = 1000 spires par mètre.
   3.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.
   3.2 Illustrer vectoriellement l'expérience 3.
   3.3 Déterminer l'intensité du courant I_3.

ENONCE C.M 04

Données : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_h = 2.0.10^{-5}$ T.

L'axe d'un solénoïde de longueur l = 75 cm, comportant N = 800 spires jointives, est situé dans le plan du méridien magnétique.

En séance de travaux pratiques, un étudiant décide d'évaluer l'influence du courant sur le champ magnétique crée au centre du solénoïde. Il place au centre de celui-ci une petite boussole mobile autour d'un axe vertical.

1. Il fait passer un courant d'intensité I = 15 mA dans le solénoïde (schéma n°1).
   1.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.
   1.2 Représenter sur un schéma clair, les faces de la bobine, les vecteurs champ magnétique $\vec{B}_S$, $\vec{B}_h$ et le champ résultant.
   1.3 Déterminer l'intensité du champ résultant en O.
2. En suite, il inverse le sens du courant I.
   2.1 Donner le sens d'orientation des lignes de champ du spectre magnétique.
   2.2 Préciser le sens des vecteurs champ magnétique qui ont été modifiés.
   2.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique résultant en O.
3. Enfin, l'axe de l'aiguille de la boussole est maintenant perpendiculaire à l'axe du solénoïde qui est toujours dans le plan du méridien magnétique. Il fait passer le même courant d'intensité I = 15 mA, l'aiguille de la boussole dévie d'un angle $\alpha = 45°$.
   3.1 Donner le sens d'orientation d'un aimant droit suspendu à travers un fil par rapport à la Terre.
   3.2 Représenter les vecteurs champ $\vec{B}_S$, $\vec{B}_r$ et $\vec{B}_h$ ainsi que le sens du courant et les noms des pôles.
   3.3 Déterminer l'intensité du courant I qui parcourt le solénoïde.

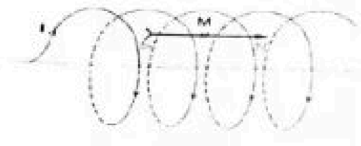


Schéma n°1

ENONCE C.M 05

$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_H = 2{,}0.10^{-5}$ T ; $4\pi = 12{,}5$; I = 0,20 A ; N = 100 ; L = 62,5 cm.

La juxtaposition des champs magnétiques augmente l'aimantation de la région où elle est exercée. Les champs magnétiques s'ajoutent et influent sur le mouvement d'une aiguille aimantée placée en un point de la région.

1.Un solénoïde S, de longueur L, comportant N spires est parcouru par un courant d'intensité I.

1.1 Définir le champ magnétique.

1.2 Montrer que le nombre de spires par mètre vaut n = 160.

1.3 Déterminer la valeur du champ magnétique crée par le courant au centre du solénoïde.

2. On place au centre du solénoïde une petite aiguille aimantée. L'axe du solénoïde est perpendiculaire au plan du méridien magnétique.

2.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.

2.2 Représenter les vecteurs champs $\vec{B}_C$, $\vec{B}_H$ ainsi que le vecteur orientant la nouvelle position de l'aiguille aimantée puis le sens du courant.

2.3 Déterminer l'angle α que fait l'aiguille aimantée avec l'axe du solénoïde.

3. On superpose les champs $\vec{B}_C$ et $\vec{B}_H$ au champ magnétique $\vec{B}_a$ crée par un aimant droit dont l'axe passe par O et fait un angle $\theta = 60°$ avec l'axe du solénoïde (figure). L'axe de l'aiguille aimantée fait alors un angle $\beta = 45°$ avec la direction du vecteur $\vec{B}_H$.

3.1 Citer deux propriétés d'aimant.

3.2 Montrer que le champ crée par l'aimant est tel que $B_a = \frac{B_C - B_H}{\sin\theta - \cos\theta}$.

3.3 Calculer l'intensité du champ magnétique B_a.

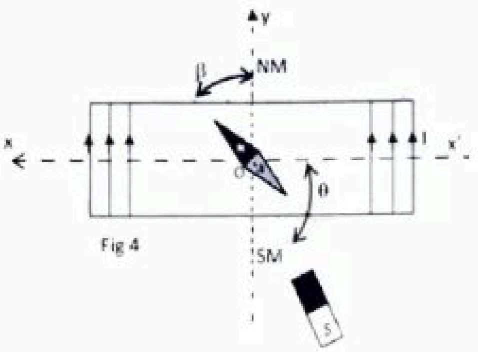


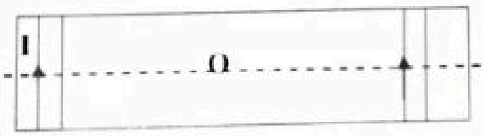
Fig 4

ENONCE C.M 06

Données : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_H = 2.0.10^{-5}$ T ; l = 25 cm ; N = 500 spires ; I = 4.0 mA.

On se propose d'évaluer l'influence du courant sur l'aiguille aimantée placée au centre d'un solénoïde.

1.Un solénoïde d'axe horizontal $(x'x)$ confondu avec la composante horizontale $\vec{B}_H$ du champ magnétique terrestre, de longueur l, formé de N spires est parcourue par un courant I. On place au centre du solénoïde une pette aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical passant par son centre (figure).



1.1 Définir le champ magnétique.

1.2 Représenter les vecteurs $\vec{B}_H$ et $\vec{B}_S$ (crée par le courant au centre O du solénoïde).

1.3 Déterminer l'intensité du champ magnétique $\vec{B}_S$ crée par le courant au centre du solénoïde.

2. On modifie la valeur de l'intensité du courant I de telle sorte que l'aiguille aimantée dévie d'un angle 180°.

2.1 Définir le spectre du champ magnétique.

2.2 Représenter les vecteurs champs magnétiques $\vec{B}_H$, $\vec{B}_S$ et $\vec{B}_r$ (champ résultant au point O).

2.3 Déterminer la valeur minimale de l'intensité du courant I pour que l'aiguille dévie de 180°.

3. L'axe du solénoïde est toujours dans le plan du méridien magnétique. On place à une certaine distance du solénoïde un aimant droit (figure).

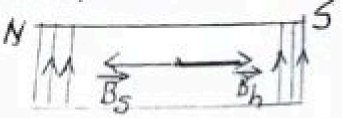
3.1 Définir une ligne de champ.
3.2 Préciser les propriétés d'un aimant.
3.3 Déterminer l'intensité du courant I pour que l'axe SN de l'aiguille aimantée ait direction perpendiculaire à l'axe du solénoïde.

CORRIGES DES ENONCES DU CHAPITRE 6 : CHAMP MAGNETIQUE

Corrigé Enoncé C.M 01

1.1 C'est une région de l'espace soumise à l'action d'une force provenant d'un aimant.

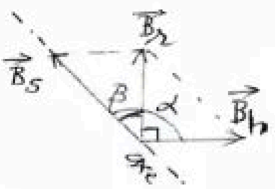
1.2 Représentation :



1.3 $I_1 = \frac{B_h}{\mu_0 . n} = 1{,}6.10^{-2}$ A.

2.1 Teslamètre.

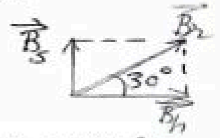
2.2 Schéma montrant l'angle α



2.3 $\alpha = \beta + 90°$; $\sin\beta = \frac{B_h}{B_S} = 0{,}5$ alors $\alpha = 120°$.

3.1 Plan qui passe par le centre de la terre et par la direction de l'aiguille aimantée horizontale.

3.2 Représentation



3.3 $B_S = B_h . \tan 30° = 1{,}2.10^{-5}$ T.

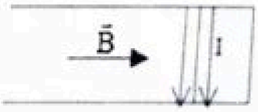
Corrigé Enoncé C.M 02

1.1 Un solénoïde parcouru par un courant crée un champ magnétique en son centre.

1.2 Expression du champ au centre de S_1.

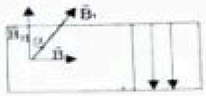
$B_1 = 5{,}0.10^{-4}.I.$

1.3 Schéma :



2.1 Direction de l'aiguille : horizontale dans le plan du méridien magnétique et de sens celui de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

2.2 Représentation des vecteurs champs :



2.2. Intensité du courant I.

$$\text{Tan}\alpha = \frac{B}{B_H} \text{, I} = \frac{B_H.l_1.tan\alpha}{\mu_0.N_1} = 23 \text{ mA.}$$

3.1 Expression du champ magnétique $B_2 = \mu_0.n_2.I'$.

3.2 Représentation des vecteurs champs.

3.3 Intensité du courant I'.

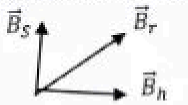
$n_1 = \frac{N_1}{l_1} = 400$ spires/m ; $n_1 > n_2$; $B_t = B_1 + B_2$ alors $B_t = \mu_0.I'.(n_1 \pm n_2)$ or $B_t = B_H.\tan\alpha'$

d'où $I' = \frac{B_H.tan\alpha'}{\mu_0.(n_1 \pm n_2)}$; $I'_1 = 33$ mA si $B_t = B_1 + B_2$ et $I'_1 = 50$ mA si $B_t = B_1 - B_2$.

Corrigé Enoncé C.M 03

1.1 Le sens du champ magnétique est du Sud vers le Nord.

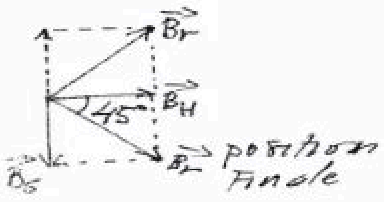
1.2 Représentation



1.3 $\text{Tan}\alpha_1 = \frac{B_S}{B_h}$; $B_S = 8{,}5$ µT.

2.1 C'est une région de l'espace où une aiguille aimantée est soumise à une force magnétique.

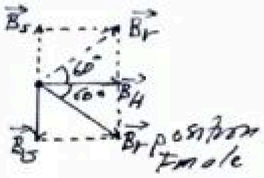
2.2 Illustration



2.3 $\text{Tan}45° = \frac{B_S}{B_h}$; $B_S = B_h = 2{,}0.10^{-5}$ T.

3.1 Le teslamètre.

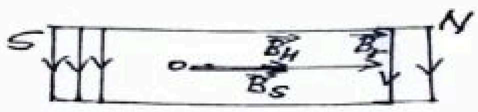
3.2 Illustration



3.3 $I_3 = \frac{B_h.tan\alpha_3}{\mu_0 n} = 28$ mA.

Corrigé Enoncé C.M 04

1.1 Le teslamètre.
1.2 Représentation



1.3 $B_r = B_h + \mu_0 \frac{N}{l} I = 4{,}0.10^{-5}$ T.

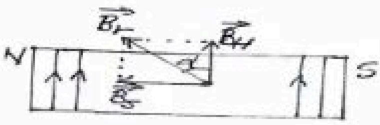
2.1 Les lignes de champ entrent par le pôle Sud et sortent par le pole Nord.

2.2 Seul le vecteur champ $\vec{B}_S$ crée au centre du solénoïde est modifié et donc opposé à $\vec{B}_h$.

2.3 $B_r = 0$.

3.1 Le pôle Nord de l'aimant droit est toujours incliné et attiré vers la Terre.

3.2 Représentation



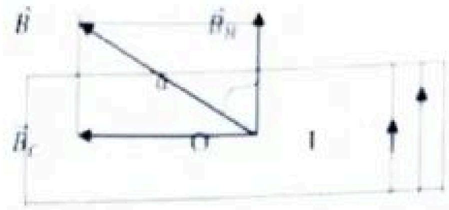
3.3 Tan45° = 1 ; $I = \frac{l.B_h}{\mu_0 N} = 15$ mA.

Corrigé Enoncé C.M 05

1.1 Le champ magnétique est l'action qu'exerce un aimant (ou une substance magnétique) sur une région de l'espace.
1.2 Nombre de spires par mètre
$n = \frac{N}{L} = \frac{100}{62{,}5.10^{-2}} = 160$ spires/m.
1.3 Valeur du champ magnétique.
$B = \mu_0.n.I = 4\pi.10^{-7}.n.I = 4{,}0.10^{-5}$ T.

2.1 L'appareil de mesure du champ magnétique est le teslamètre.

2.2 Représentation des vecteurs champs :



2.3 Angle α : $\alpha = tan^{-1}\left(\frac{B_C}{B_H}\right) = 63°$.

3.1 Deux propriétés d'un aimant : - un aimant attire des objets métalliques ;

- les pôles identiques d'aimant se repoussent et les pôles opposés s'attirent.

3.2 Champ magnétique B_a :

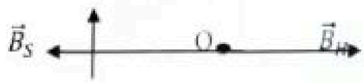
Tan45° = $\frac{B_H + B_a.sin\theta}{B_C + B_a.cos\theta}$ = 1 alors $B_C + B_a.cos\theta = B_H + B_a.sin\theta$ et B_C

- $B_H = B_a(\sin\theta - \cos\theta)$ d'où $B_a = \frac{B_C - B_H}{sin\theta - cos\theta} = 5{,}5.10^{-5}$ T.

Corrigé Enoncé C.M 06

1.1 Le champ magnétique est l'action qu'exerce un aimant sur une région de l'espace.

1.2 Représentation des vecteurs $\vec{B}_H$ et $\vec{B}_S$:



1.3 Valeur du champ magnétique au centre du solénoïde.

$B_S = \mu_0.\frac{N}{l}.I = 1{,}0.10^{-4}$ T.

2.1 C'est une courbe tangente en chacun de ses points au vecteur champ $\vec{B}$.

2.2 Représentation des vecteurs champ magnétique.

2.3Valeur minimale de l'intensité du courant.

L'aiguille dévie de 180° lorsque $B_S > B_H$ soit $\mu_0\frac{N}{l}.I > B_H$ alors $I > \frac{B_H.l}{\mu_0.N}$; $I \approx 8{,}0$ mA.

3.4 C'est l'ensemble des lignes de champ d'un champ magnétique.

3.5 Propriétés d'un aimant :

- Attirer le fer et certains métaux ferreux ;
- Un champ magnétique entoure l'aimant ;
- Deux pôles opposés des aimants s'attirent et des pôles identiques se repoussent ;
- Les forces des aimants s'ajoutent ;
- Le pôle Nord d'un aimant suspendu est toujours attiré par la terre.

3.6 Intensité du courant.

Pour que le champ résultant $\vec{B}_r$ soit porté par l'axe vertical, il faut que $B_S = B_H = B_a$

Donc $I = \frac{B_H.l}{\mu_0.N}$ = 8,0 mA.

CHAPITRE 7 : PARTICULE CHARGEE EN MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

L'essentiel du cours

Produit vectoriel : $\vec{V} = \vec{V}_1 \wedge \vec{V}_2$.

- $\vec{V}$ de direction perpendiculaire au plan constitué par les vecteurs $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$.

- Sens : tel que le trièdre ($\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, $\vec{V}$) soit direct.

- norme du vecteur $\vec{V}$: V = $V_1.V_2$.sinα, avec α l'angle formé par les vecteurs $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$.

- Relation de Lorentz : $\vec{F} = q.\vec{V} \wedge \vec{B}$. Norme du vecteur force : F = |q|.V. B avec la charge en coulombs (C), V(m/s) et B en tesla (T).

- la force de Lorentz a toujours une puissance nulle : $= \vec{F}.\vec{V} = 0$.

- Vecteur accélération : $\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V} \wedge \vec{B}$.

- Rayon de courbure : $R = \frac{m.V}{|q|.B}$.

- Déflexion magnétique : $D = L.\frac{l}{R}$.

- Période de révolution du cyclotron : $T = \frac{2\pi.R}{V} = \frac{2\pi.m}{|q|.B}$

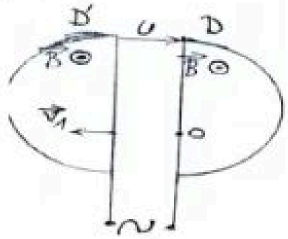
ENONCE PCCM 01

Données : q = $3,2.10^{-19}$ C ; m = $3,3.10^{-27}$ kg ; U = $1,0.10^5$ V ; B = 1,0 T ; R = 49,5 cm.

Une expérience consiste à tester la mobilité des ions isotopes d'un métal radioactif pour les besoins de la radiothérapie en vue du traitement du cancer. On utilise pour cela un cyclotron.

1. Un cyclotron est constitué de deux boites semi-cylindriques D et D' à l'intérieur desquelles on établit un champ magnétique $\vec{B}$. On établit une tension $U_{DD'}$ alternative de valeur maximale U dans l'espace comprise entre les deux boites. Des ions isotopes positifs de charge q, de masse m sont injectés en O avec une vitesse négligeable.
   1.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
   1.2 Etablir l'expression de l'énergie cinétique en fonction de la charge q et de la tension U à l'arrivée des ions en D'.
   1.3 Déterminer la vitesse V_1 des ions à leur première arrive en D'.
2. Les ions pénètrent alors dans la boite D' avec une vitesse $V_1 = 4,4.10^6$ m/s en décrivant un movement circulaire uniforme de rayon R_1. Lorsqu'ils ressortent de la boite D', on inverse la tension.
   2.1 Donner la nature du mouvement des ions entre D et D'.
   2.2 Montrer que la vitesse d'entrée des ions dans la boite D est $V_2 = \sqrt{2}.V_1$.
   2.3 Déterminer le rayon R_2 de courbure des ions dans la boite D. (Rappel : $R = \frac{m.V}{|q|.B}$).
3. À chaque passage entre D et D', le rayon de courbure des ions augmente dans chaque boite.
   3.1 Définir la fréquence de rotation.
   3.2 Montrer que le rayon de courbure de la trajectoire des ions est $R_{n+1} = (\sqrt{2})^n.R_1$.

3.3 Déterminer le nombre de tours effectué par les ions au cours de leur accélération dans le cyclotron de rayon maximal R.



ENONCE PCCM 02

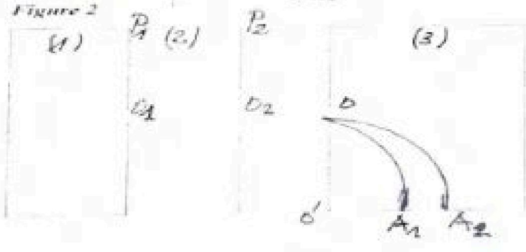
Données : $O'A_1 = 23,04$ cm ; $OO' \neq O'A_1$; d = 10 cm ; E = $1,0.10^4$ V/m ; $R_1 = 26,6$ cm ; $R_2 = 27$ cm ; masse d'un atome m = A.u, u = $1,67.10^{-27}$ kg.

Un spectromètre de masse est constitué de trois chambres : la chambre 1 d'ionisation, la chambre 2 d'accélération et la chambre 3 de séparation (figure 2).

La spectrométrie de masse est une technique instrumentale d'analyse reposant sur la séparation, l'identification et la quantification des éléments constitutifs d'un échantillon en fonction de leur masse.

1. Des atomes de zinc sont ionisés dans la chambre 1, les ions $^{68}Zn^{2+}$ainsi formés sont accélérés à leur sortie du trou O_1 sans vitesse initiale par un champ électrique uniforme $\vec{E}$ existant entre deux plaques P_1 et P_2 verticales et parallèles distantes de d.
   1.1 Donner la nature du mouvement des ions entre P_1 et P_2.
   1.2 Préciser la polarité des plaques P_1 et P_2.
   1.3 Déterminer la vitesse V_1 de l'ion $^{68}Zn^{2+}$ au point O_2.
2. À sortie du champ électrique $\vec{E}$, les ions $^{68}Zn^{2+}$ pénètrent au point O dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure avec une vitesse $V_0 = 7,5.10^5$ m/s.
   2.1 Définir la déviation angulaire.
   2.2 Etablir l'expression du rayon R_1 de la trajectoire des ions $^{68}Zn^{2+}$ en fonction de m_1, e, B, E et d.
   2.3 Déterminer la déviation angulaire α des ions $^{68}Zn^{2+}$.
3. Dans une deuxième expérience, on place dans la chambre d'ionisation 2, un mélange ionique de zinc qui s'ionisent en $^{68}Zn^{2+}$ et $^{A}Zn^{2+}$ de masses respectives $m_1 = 68.u$ et $m_2 = A.u$. Avec u = unité de masse atomique.
   Les ions sont respectivement récoltés en A_1 et A_2 dans la chambre 3.
   3.1 Donner le sens du champ magnétique $\vec{B}$ dans la chambre 3.
   3.2 Montrer que le mouvement de l'ion $^{68}Zn^{2+}$ est uniforme et circulaire.
   3.3 Déterminer le nombre de masse A de l'ion $^{A}Zn^{2+}$.

Figure 2



ENONCE PCCM 03

Données : q = e = $3,2.10^{-19}$ C ; B = 1,0 T ; m (q) = $3,3.10^{-27}$ kg ; U = 10 kV ; R = 4,5 cm.

Les atomes radioactifs de courte durée de vie, nécessaire pour l'imagerie nucléaire, sont obtenus à l'aide d'un cyclotron. Dans son principe, le cyclotron utilise l'action combinée d'un champ magnétique et d'un champ électrique pour délivrer un faisceau de particules accélérées.

Un cyclotron de rayon R placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ accélère des particules de charge q et de masse m. La tension entre les deux « dees » varie entre $\pm$ U.

1.1 Définir la fréquence d'un signal périodique.

1.2 Exprimer le rayon de courbure des particules en fonction de m, v, q et B.

1.3 Déterminer la fréquence de la tension dans un « dee ».

2. Les particules, électriquement chargées, sont introduites au centre d'une enceinte où règne un vide poussé. Elles décrivent une trajectoire en spirale depuis le centre du cyclotron jusqu'aux bords tandis que leur vitesse s'accroît.

2.1 Définir l'énergie cinétique d'un solide.

2.2 Etablir l'expression de la vitesse acquise par les particules en fonction de q, B, R et m.

2.3 Déterminer la vitesse et l'énergie cinétique maximale acquise par les particules lorsque le rayon de courbure maximale est R.

3. Les particules parcourent plusieurs tours avant d'être extraites de l'accélérateur puis projetées à très grande vitesse sur une cible.

3.1 Donner l'expression de l'énergie cinétique reçue par les particules à chaque passage dans le champ électrique.

3.2 Etablir l'expression du nombre de tours effectué par les particules en fonction de q, B, R, m et U.

3.3 Déterminer le nombre de tours effectué et le temps nécessaire à l'accélération complète d'une particule.

ENONCE PCCM 04

Données : B = 50 mT ; E = $1,0.10^4$ V/m ; l = 5,0 cm ; L = 20 cm ; e = $1,6.10^{-19}$ C ; $m_2(^{18}Cl^-) = 3,01.10^{-26}$ kg.

Le filtre de Wien utilise la superposition de deux champs ; magnétique et électrique pour sélectionner les particules en leur imposant une vitesse spécifique.

Le principe du tube-image d'un téléviseur met en œuvre la déflexion magnétique des faisceaux de particules.

1. Sur ces deux principes, des ions isotopes de l'atome de chlore $^{17}Cl^-$, $^{18}Cl^-$ et $^{19}Cl^-$ de masses respectives m_1, m_2 et m_3 pénètrent en O avec des vitesses respectives $\vec{V_1}$, $\vec{V_2}$ et $\vec{V_3}$ dans une zone où règne simultanément un champ électrique uniforme $\vec{E}$ et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$. Pour une certaine valeur du champ $\vec{E}$ et du champ magnétique $\vec{B}$, seule la particule ayant une vitesse V = $V_{Passage}$ traverse la zone 1 sans subir de déviation avec un mouvement rectiligne uniforme.

1.1 Enoncer le principe d'inertie.

1.2 Donner le sens du champ magnétique $\vec{B}$ pour que le mouvement de la particule $^{18}Cl^-$ soit rectiligne uniforme.

1.3 Déterminer la vitesse V_2 de l'ion isotope $^{18}Cl^-$ entre O et O'.

2. La particule $^{18}Cl^-$ sort de la zone 1 en O' n'ayant pas subi de déviation. Elle pénètre dans la zone 2 avec la vitesse $V_2 = 2,0.10^5$ m/s où il règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et identique au précédent.

2.1 Donner la direction et le sens de la force magnétique $\vec{F_m}$.

2.2 Exprimer l'angle de déviation α en fonction de m_2, l, V_2, |q| et B.

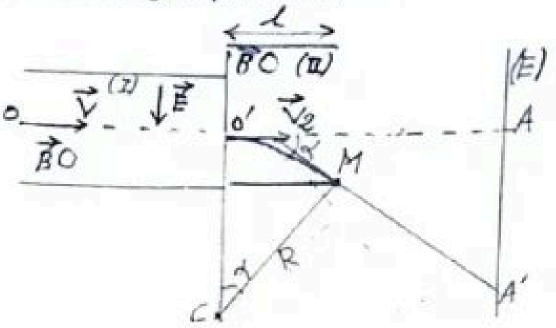
2.3 Calculer la valeur de l'angle de déviation α.

3. La particule $^{18}Cl^-$ est repérée sur un écran placé à la distance L = O'A.

3.1 Définir la déflexion magnétique.

3.2 Donner la nature du mouvement de la particule entre M et A'.

3.3 Déterminer la déflexion magnétique D = AA'.



ENONCE PCCM 05

Données : e = $1,6.10^{-19}$ C ; m_P = $1,67.10^{-27}$ kg.

Le champ électrostatique permet d'accélérer les particules chargées et le champ magnétique de courber leur trajectoire. Dans les deux cas la trajectoire des particules déviées est un arc de parabole.

Dans cet exercice, on se propose d'examiner l'influence des rayons de courbures des protons dans les deux champs.

On néglige la force de pesanteur devant les autres forces.

1. Un faisceau homocinétique de protons, accéléré par une tension appliquée entre deux plaques parallèles d'un condensateur A et C, pénètrent en O avec une vitesse V_O = 800 Km/s dans une enceinte de section carré de côté 2r = 100 cm où les ouvertures O, M, P et N sont situées au milieu de chaque côté.

1.1. Donner le signe de la tension U = V_A - V_C. Justifier.

1.2. Dans l'enceinte, on applique un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ pour que les protons sortent par le trou N.

1.2.1. Préciser le sens de $\vec{B}$.

1.2.2. Etablir l'expression de B en fonction de V_O, e, m et r.

1.3. Calculer la valeur du champ magnétique B.

2. On supprime le champ magnétique précédent et on applique un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ pour que les protons sortent par le trou M.

2.1. Donner la direction et le sens de $\vec{E}$.

2.2. Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire es protons est : y = - $\frac{e.E}{m.V_O^2}x^2$.

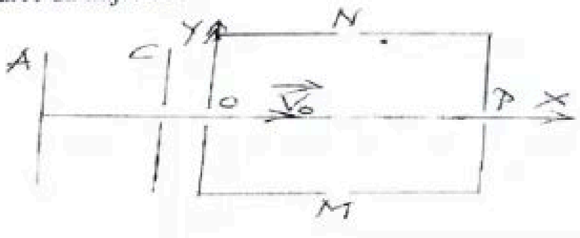
2.3. Déterminer la valeur du champ électrique E pour que les protons sortent par le trou M.

3. Maintenant, on applique simultanément les deux champs précédents.

3.1. Enoncer le principe d'inertie.

3.2. Etablir la relation entre V_O E et B pour que les protons sortent par le point P sans être déviés.

3.3. Calculer la durée du trajet OP.

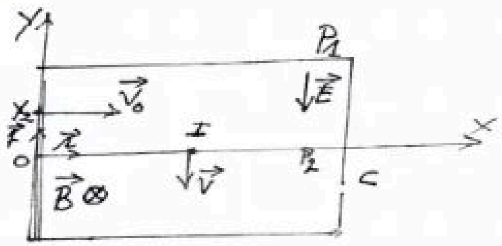


ENONCE PCCM 06

Données : U = 1,0. kV ; e = $1,6.10^{-19}$ C ; R = 2,0 cm ; d = 4,0 cm ; B = 0,88 T ; $m(Na^+)$ = $3,84.10^{-26}$ kg.

Le champ électrique permet d'accélérer les particules chargées et le champ magnétique, de courber leur trajectoire. Dans les deux cas, la trajectoire des particules déviées est un arc de parabole.

1. Une particule chargée Na^+ pénètre avec une vitesse $\vec{V}_O$ en un point situé à la distance Y_O = R entre deux plaques où il règne un champ électrique $\vec{E}$ crée par une tension $U_{P_1P_2}$ = U.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de la particule est $y = -\frac{1}{2}.\frac{e.U}{m.d.V_O^2}.x^2 + R$.
   1.3 Déterminer la vitesse V_O pour que la particule traverse la plaque P_2 au point I. tel que OI = R.
2. On fixe la vitesse initiale à $V_O = 3,2.10^4$ m/s. La particule pénètre au point I avec une vitesse $\vec{V}$ dans une zone où il règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire au plan de la figure.
   2.1 Donner la nature du mouvement de la particule entre les plaques P_1 et P_2.
   2.2 Etablir les coordonnées du vecteur vitesse de la particule au point I en fonction de V_O, e, U, m, d et R.
   2.3 Déterminer la vitesse de la particule au point I.
3. La particule sort du champ magnétique au point C où elle est collectée.
   3.1 Donner la direction et le sens du vecteur force magnétique $\vec{F}_m$ au point I.
   3.2 Montrer que le mouvement de la particule est circulaire uniforme.
   3.3 Calculer le rayon de courbure R de la trajectoire de la particule dans la zone du champ magnétique. Conclure.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 7 PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

Corrigé Enoncé PCCM 1

1.1 La trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$.

1.2 E_{C_1} = q. U.

1.3 $V_1 = \sqrt{\frac{2.q.U}{m}} = 4,4.10^6$ m/s.

2.1 Mouvement rectiligne uniformément accéléré.

2.2 $E_{C_2} = E_{C_1} + q.\,U = 2.E_{C_1} = \frac{1}{2}.m.\,V_2^2$; $V_2 = \sqrt{\frac{4.E_{C_1}}{m}} = \sqrt{2}.\,V_1$.

2.3 $R = \frac{m.V_2}{q.B} = \frac{m.V_1}{q.B}.\sqrt{2} = R_1.\sqrt{2} = 0,062$ m.

3.1 Nombre de tours effectué par seconde.

3.2 Démonstration par conjecture.

3.3 n = $\frac{\ln(\frac{R_{n+1}}{R_1})}{\ln\sqrt{2}}$ = 7 tours.

Corrigé Enoncé PCCM 02

1.1 Le mouvement des ions est rectiligne uniformément accéléré.
1.2 Polarité des plaques : $P_1(+)$ et $P_2(-)$.
1.3 En appliquant les T.E.C : $\frac{1}{2}.m_1.V_2^2$ = q.U or U = E.d et q = +2.e alors

$V_1 = \sqrt{\frac{4.e.E.d}{68.u}}$ = 7,5.10⁴ m/s.

2.1 La déviation est l'angle que fait le vecteur vitesse à la sortie avec l'axe horizontal.

2.2 Expression de R_1.

$R_1 = \frac{m_1.V_1}{2.e.B} = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{E.d.m_1}{e}}$.

2.3 Déviation angulaire.

Sinα = $\frac{O'A_1}{R_1}$; α = 60°.

3.1 Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est sortant.

3.2 $P(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{V} = 0$; W = P x t = 0 et ΔE_C = W = 0 donc V = constante ; le mouvement est uniforme.
Par suite $a_T = \frac{dV}{dt} = 0$; $a_G = a_N = \frac{V^2}{R} = \frac{|q|.V_1.B}{m_1}$ d'où R = $\frac{m_1.V_1}{2.e.B}$ = constante.

3.3 Nombre de masse A de l'ion.

$R_1 = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{E.d.m_1}{e}}$ et $R_2 = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{E.d.m_2}{e}}$, le rapport donne A = $\frac{68}{(\frac{R_1}{R_2})^2}$ = 70.

Corrigé Enoncé PCCM 03

1.1 C'est le nombre de périodes par seconde.
1.2 Expression du rayon de courbure : R = $\frac{m.v}{q.B}$.
1.3 Fréquence de la tension : f = $\frac{2}{T} = \frac{q.B}{\pi.m}$ = 3,1.10⁷ Hz, pour une demi-période.

2.1 C'est l'énergie que possède un solide du fait de sa Vitesse.

2.2 Vitesse acquise : V = $\frac{q.B.R}{m}$.

2.3 Vitesse et énergie cinétique maximale : V_{max} = 4,4.10⁶ m/s; $E_{Cmax} = \frac{1}{2}.m.V_{max}^2 = 3{,}1.10^{-14}$ J.

3.1 À chaque passage (2 par tour) dans le champ électrique, les particules reçoivent une énergie E_C = q.U.

3.2 Nombre de tours: n = $\frac{E_{Cmax}}{q.U} = \frac{q.B^2.R^2}{2.m.U}$.

3.3 Nombre de tours et le temps mis: n = 10 tours; t = $\frac{n.T}{2} = \frac{n}{2.f} = 1{,}6.10^{-7}$ s.

Corrigé Enoncé PCCM 04

1.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme.

1.2 Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est entrant.

1.3 $V_2 = \frac{E}{B} = 2,0.10^5$ m/s

2.1 Le vecteur force magnétique $\vec{F_m}$ est vertical vers le bas.

2.2 $\tan\alpha = \frac{l.B.|e|}{m_2.V_2}$

2.3 $\alpha = 3,8°$

3.1 Déviation d'un faisceau de particules chargées par action d'un champ magnétique

3.2 Mouvement rectiligne uniforme.

3.3 D = L. tanα = 1,3 cm.

Corrigé Enoncé PCCM 05

1.1 U > 0, car les protons vont de A vers C, alors $\vec{F}$ et $\vec{E}$ même sens

1.2 .1 Vecteur champ $\vec{B}$ entrant. 1.2.2 $B = \frac{m.V_0}{e.r}$

1.3 B = 17 mT.

2.1 Vecteur champ $\vec{E}$ vertical vers le bas.

2.2 Appliquer le théorème du centre d'inertie.

2.3 $E = \frac{2.m.V_0^2}{e.r} = 27.10^5$ V/m.

3.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme.

3.2 $E = V_0 . B$.

3.3 $t = \frac{E}{OP.B} = 6,3.10^{-7}$ s.

Corrigé Enoncé PCCM 06

1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

1.2 Appliquer le T. C. I. et projeter.

1.3 $V_0 = \sqrt{\frac{e.U.R}{2.m.d}} = 3,2.10^4$ m/s.

2.1 Mouvement circulaire uniformément varié.

2.2 $\vec{V}$ $(V_x = V_0\ ;\ V_y = -\frac{e.U.R}{m.d.V_0})$.

2.3 $V = \sqrt{V_0^2 + (\frac{e.U.R}{m.d.V_0})^2} = 7,3.10^4$ m/s.

3.1 $\vec{F}_m$ direction : celle de l'axe (OX) et de même sens que le vecteur $\vec{\imath}$.

3.2 Puissance : P = 0, vitesse constante et $R = \frac{m.V}{e.B}$ = constante.

3.3 R = 2,0 cm = OI = y_O.

CHAPITRE : 08 ACTION D'UN CHAMP MAGNETIQUE SUR UN CIRCUIT PARCOURU PAR UN COURANT : LOI DE LAPLACE.

L'essentiel du cours

Loi de Laplace : Un élément de conducteur cylindrique de longueur l, traversé par un courant d'intensité algébrique I, placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ est soumis à l'action d'une force électromagnétique $\vec{F}$ tel que : $\vec{F} = I\vec{l} \wedge \vec{B}$.

Norme : F = I. l. B. sinα ; $\alpha = (\vec{l}, \vec{B})$; α = 90° d'où F = I.l.B avec I en ampère (A), l en mètre (m) et B en tesla (T).

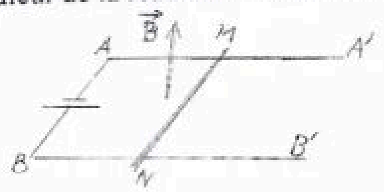
Flux magnétique : $\Phi = \vec{B}.\vec{S}$ = B. S. cosθ avec Φ en webers (Wb), B en tesla (T) et S en m^2, $\theta = (\vec{B}, \vec{S})$.

ENONCE LAP 01

Données : m = 10 g ; l = 10 cm ; B = 0,10 T ; g = 9,8 N/kg ; I = 0,20 A ; d = 2,0 cm.

Pour mettre en évidence la force de Laplace et consolider les acquis, un enseignant soumet ses élèves à cette évaluation.

1. Une tige conductrice MN de longueur l, de masse m, glisse sans frottement sur deux rails conducteurs parallèles AA' et BB' reliés par un générateur de courant continu I.
   Durant tout le mouvement, la tige reste constamment perpendiculaire au plan des rails, placés sur un plan horizontal dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ vertical et ascendant (figure 1). Partant du repos, la tige parcourt une distance d.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que la tige est animée d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
   1.3 Déterminer le temps mis par la tige pour parcourir la distance d.
2. Pour immobiliser la tige sur les rails, on soulève le dispositif en l'inclinant d'un angle θ = 30° par rapport à l'horizontal.
   2.1 Inventorier les forces qui s'exercent sur la tige.
   2.2 Préciser de quel côté a-t-on soulevé les rails pour que la tige reste en équilibre (AB ou $A'B'$).
   2.3 Déterminer l'intensité commune de la réaction $\vec{R}$ exercée par les rails sur la tige.
3. Le plan étant toujours incliné par rapport à l'horizontal du même angle θ, le champ magnétique $\vec{B}$, ascendant est maintenant perpendiculaire au plan des rails.
   3.1 Enoncer le principe d'inertie.
   3.2 Préciser ce qu'il y a de changer par rapport aux forces qui s'exercent sur la tige.
   3.3 Déterminer la nouvelle valeur de la réaction $\vec{R}$ des rails sur la tige.

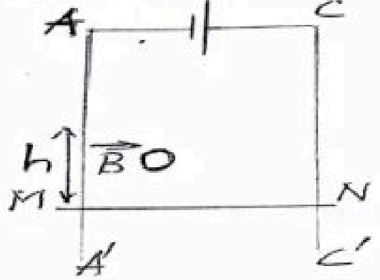


ENONCE LAP 02

Données : g = 10 N/Kg ; m = 20 g ; l = 10 cm ; B = 20 mT.

Une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique est soumise à la force magnétique $\overrightarrow{F_m}$.
Puisqu'un courant électrique résulte d'un déplacement d'électrons, il est logique de penser que le conducteur subit lui aussi une force lorsqu'il est placé dans un champ magnétique. C'est effectivement le cas, et la loi de Laplace va nous permettre de déterminer cette force.

1. Une tige MN est assujetti à coulisser verticalement sur deux rails verticaux AA' et CC', reliés à un générateur délivrant un courant continu I. Un aimant en U crée un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme dans l'espace contenant la tige MN.
   1.1 Définir un courant continu.
   1.2 Donner la direction et le sens du champ magnétique pour que la tige s'élève tout en restant en contact avec les rails.
   1.3 Déterminer la valeur minimale de l'intensité du courant I pour que la tige se déplace.
2. On fait maintenant passer un courant d'intensité I = 18 A dans la tige. Sous l'action du champ magnétique $\vec{B}$, la tige s'élève d'une hauteur h = 8,0 cm ; zone en dehors de laquelle le champ magnétique $\vec{B}$ est nul.
   2.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
   2.2 Etablir l'expression de l'accélération de la tige en fonction de m, g, I, l et B.
   2.3 Déterminer la vitesse de la tige à la sortie du champ magnétique.
3. Soit h' la hauteur que remonte la tige partant de sa position initiale jusqu'à la zone de champ magnétique nul.
   3.1 Donner la nature du mouvement de la tige dans la zone de champ magnétique nul.
   3.2 Donner l'expression de l'accélération de la tige dans ce cas.
   3.3 Déterminer la hauteur h' que remonte la tige.



ENONCE LAP 03

Données : m = 10 g ; I = 5,0 A ; B = 10 mT ; AC = 8,0 cm ; V_0 = 0,10 m/s.

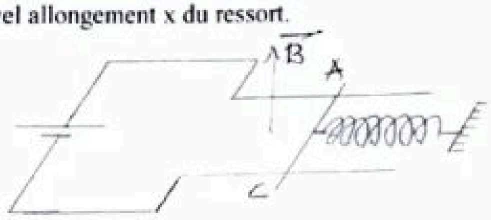
Dans un conducteur rectiligne parcouru par un courant, la force de Laplace est la résultante de toutes les forces de Lorentz sur les charges mobiles. Cette force agissante sur la masse du conducteur n'étant pas compensée, le conducteur se déplace.

Dans cet énoncé, on s'intéresse à l'étude dynamique du dispositif.

1. Une tige de cuivre AC, de masse m, peut se déplacer sans frottement sur deux rails horizontaux métalliques reliés aux bornes d'un générateur délivrant un courant continu d'intensité I. La tige est fixée en son milieu à un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k, l'autre extrémité est fixée à un mur.

   On plonge l'ensemble dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et vertical ascendant, la tige se déplace avec une vitesse initiale V_0 et s'immobilise après un parcourt d'une seconde.
   1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.
   1.2 Montrer que le mouvement de la tige est retardé.
   1.3 Déterminer l'allongement x subi par le ressort.

2. On suppose que le ressort a subi un allongement x = 5,0 cm sous l'action de la force de Laplace qui maintien le système en équilibre.
   2.1 Définir la constante de raideur d'un ressort.
   2.2 Etablir la condition d'équilibre de la tige en fonction de I, l, B et x.
   2.3 Calculer la constante k de raideur du ressort.
3. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est toujours perpendiculaire à la tige mais fait un angle β = 60° avec la direction horizontale de l'axe du ressort. On fixe la constante de raideur k du ressort à k = 10 N/m.
   3.1 Définir l'allongement d'un ressort.
   3.2 Etablir la nouvelle condition d'équilibre de la tige.
   3.3 Déterminer le nouvel allongement x du ressort.



ENONCE LAP 04

Données : M = 100 g ; m = 40 g ; I = 10 A ; L = MN = 2 0 cm ; g = 10 N/kg ; α = 30° ; OA = 16 cm ; OC = 5,6 cm.

Un aimant, tout comme un conducteur parcouru par un courant peuvent créer un champ magnétique en leur voisinage. On dit qu'ils sont des sources de champ magnétique. Ce champ est uniforme s'il a les mêmes propriétés en tout point de l'espace.

Que se passe-t-il si l'on introduit une tige métallique parcourue par un courant d'intensité I dans un champ magnétique uniforme ?

Un conducteur métallique MN de masse m et de longueur L, peut glisser sur deux rails parallèles en restant perpendiculaire à chaque instant à ceux-ci. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et vertical $\vec{B}$ ascendant. On ferme le circuit à l'aide d'un générateur délivrant un courant d'intensité I. On néglige les forces de frottement.

1.On attache un fil de masse négligeable au milieu du conducteur qui passe sur la gorge d'une poulie P ; à l'autre extrémité du fil est fixé un solide S de masse M. Le système, abandonné à lui-même est alors en équilibre lorsque les tensions $T_1 = T_2$(figure 1).

1.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.

1.2 Préciser le sens du courant sur la tige MN pour qu'elle soit en équilibre.

1.3 Déterminer l'intensité du champ magnétique $\vec{B}$.

2. On incline les rails par rapport au plan horizontal d'un angle α (figure 2), le système demeure en équilibre.

2.1 Enoncer le principe d'inertie.

2.2 Montrer que l'intensité de la force de Laplace est F = m. g ($\tan\alpha + \frac{2,5}{\cos\alpha}$).

2.3 Déterminer l'intensité du champ magnétique $\vec{B}$.

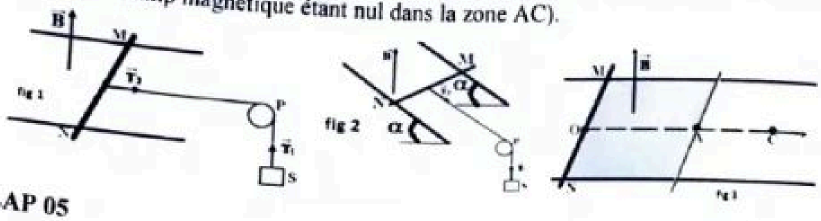
3. Le plan des rails est ramené à l'horizontal, on supprime le slide S et le fil, l'intensité du courant étant toujours le même. On fixe la valeur du champ magnétique B = 0,50 T.

Le conducteur MN est initialement au repos en un point O et le champ magnétique s'étend uniquement sur une distance OA (figure 3).

3.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

3.2 Montrer que la vitesse du conducteur MN en A est $V_A = 2,8$ m/s.

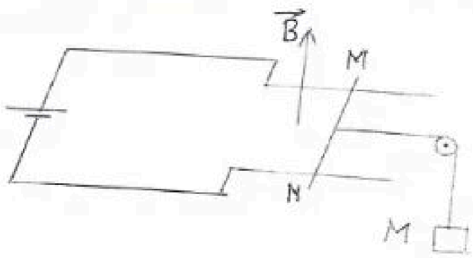
3.3 Démontrer que le temps mis par le conducteur pour parcourir la distance OC est t = 0,13 s (le champ magnétique étant nul dans la zone AC).



ENONCE LAP 05

Données : MN = l = 8,0 cm ; B = 1,0 T ; I = 4,0 A ; g = 10 N/kg.

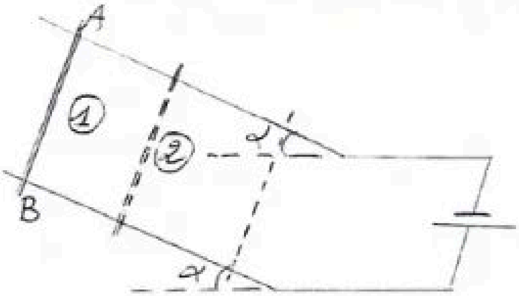
1. L'expérience des rails de Laplace illustre la loi de Laplace.
   Une tige de cuivre MN de masse m peut glisser sur deux rails métalliques horizontaux reliés aux bornes d'un générateur délivrant un courant continu I.
   La tige est reliée en son milieu par un fil inextensible à une charge de masse M. Lorsqu'on plonge la zone contenant la tige dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme ascendant, elle demeure en équilibre.
   1.1 Inventorier les forces appliquées à la tige.
   1.2 Etablir la condition d'équilibre de la tige en fonction de I, M, l, B et g.
   1.3 Calculer la masse M qui équilibre la force de Laplace.
2. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est toujours perpendiculaire à la tige mais fait un angle $\alpha = 30°$ avec la direction horizontale du brin de fil.
   2.1 Donner le sens d'orientation de la force magnétique de Laplace.
   2.2 Montrer que le vecteur force de Laplace fait un angle $\beta = 60°$ avec l'horizontal.
   2.3 Déterminer la nouvelle valeur de la masse M.
3. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant vertical descendant, la tige demeure toujours en équilibre.
   3.1 Donner le sens du courant sur la tige MN pour qu'elle demeure toujours en équilibre.
   3.2 Donner la condition d'équilibre de la tige.
   3.3 Démontrer que la valeur de la masse M ne change pas si les valeurs de l'intensité du courant et du champ magnétique restent constantes.



ENONCE LAP 06

Le courant électrique est dû au mouvement d'ensemble des électrons libres dans un conducteur. Le mouvement des électrons peut aussi entrainer le déplacement du conducteur sous l'action d'un champ magnétique uniforme ; c'est la loi de Laplace.

1. Au sommet d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 5°$ par rapport à l'horizontal, on abandonne une tige AB de longueur l = 8,0 cm, de masse m = 10 g, sans vitesse initiale.
On néglige les frottements.
   1.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément varié.
   1.2 Montrer que le mouvement de la tige est accéléré.
   1.3 Déterminer la vitesse acquise par la tige après un parcourt de longueur l = 10 cm dans la zone (1). g = 10 N/kg.
2. La tige pénètre dans la zone (2) avec une vitesse V = 0,42 m/s où il règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme vertical ascendant. On fait passer un courant d'intensité I = 10 A, délivré par un générateur qui ferme le circuit des rails ; la tige s'arrête au bout de 0,10s et remonte.
   2.1 Donner la cause pour laquelle la tige remonte dans la zone (2).
   2.2 Montrer que le mouvement de la tige est retardé.
   2.3 Déterminer la distance parcourue par la tige avant de remonter.
3. La tige remonte de la zone (2) vers la zone (1).
   3.1 Enoncer la loi de Laplace.
   3.2 Etablir l'expression de l'accélération de la tige en fonction de I, l, B, m, g et α.
   3.3 Déterminer la vitesse avec laquelle la tige AB ressort de la zone (2) (B = 0,020 T).



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 08 : LOI DE LAPLACE

Corrigé Enoncé LAP 01

1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.

1.2 $\vec{a}_G = \frac{I.\vec{l} \wedge \vec{B}}{m} > 0.$

1.3 Le temps mis $t = \sqrt{\frac{2.d.m}{I.l.B}} = 0,45$ s.

2.1 Inventaire des forces : vecteur force de Laplace $\vec{F}_m$, vecteur poids de la tige $\vec{P}$ et vecteur réaction commune des rails sur la tige $\vec{R}$.

2.2 On doit soulever les rails du coté $A'B'$.

2.3 R = I. l. B + m. g. cos θ = 0,087 N.

3.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme.

3.2 Le vecteur force de Laplace $\overrightarrow{F_m}$ est parallèle au plan incliné et perpendiculaire à $\vec{R}$.

3.3 R = m. g. cos θ = 0,085 N.

Corrigé Enoncé LAP 02

1.1 Un courant continu est un courant constant qui circule dans le même sens à chaque instant.
1.2 Champ magnétique $\vec{B}$ sortant, horizontal et perpendiculaire au plan de la figure.
1.3 - m. g + I. l. B = m. a_G ; I est minimale si $a_G = 0$ alors $I_m = \frac{m.g}{l.B} = 10$ A.

2.1 Le mouvement est rectiligne uniformément accéléré si la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$.

2.2 $a_G = \frac{I.l.B}{m} - g$.

2.3 V = $\sqrt{2.a_G.h}$ = 1,1 m/s.

3.1 Mouvement rectiligne uniformément retardé.

3.2 Champ magnétique nul : $F_m = 0$; $a_G = -$ g.

3.3 $V\ ^2 - V^2 = -2.g(h\ - h)$; $V\ = 0$ d'où $h\ = h + \frac{V^2}{2.g} = 0{,}14$ m.

Corrigé Enoncé LAP 03

1.1 Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur-accélération de son centre d'inertie.
1.2 V = 0, $a_G = - V_O < 0$.
1.3 L'allongement x = $-\frac{V_O^2}{2a_G}$ = 0,050 m.

2.1 Force fournie par le ressort en fonction de la compression, de la traction ou du couple.

2.2 La condition d'équilibre k. x = I. l. B.

2.3 La constante de raideur k = $\frac{I.l.B}{x}$ = 10 N/m.

3.1 Différence entre la longueur instantanée et la longueur à vide du ressort.

3.2 Condition d'équilibre : F. cos30° = k. x.

3.3 Nouvel allongement x = $\frac{I.l.B.\cos 30°}{k}$ = 0,043 m.

Corrigé Enoncé LAP 04

1.1 L'appareil de mesure du champ magnétique est le teslamètre.
1.2 Le sens du courant va de M vers N.
1.3 Valeur du champ magnétique.
F = $T_1 = T_2$ = M.g; B = $\frac{M.g}{I.L}$ = 0,50 T.

2.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme si sa Vitesse est constante et demeure au repos sis a Vitesse est nulle.

2.2 D'après ce principe et en projetant les forces :

F.cosα = m.g.sinα + M.g or M = 2,5 x m d'où F = m.g.(tanα + $\frac{2,5}{\cos\alpha}$).

2.3 Valeur du champ magnétique.

$$B = \frac{m.g(\tan\alpha + \frac{2,5}{\cos\alpha})}{I.L} = 0{,}70 \text{ T}.$$

3.1 C'est un mouvement dont la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$.

3.2 Vitesse du conducteur au point A.

Accélération du conducteur $a_G = \frac{I.L.B}{m} = 25$ m/s^2; $V^2 = 2.a_G$.OA alors $V_A = \sqrt{2.a_G.OA} = 2,8$ m/s.

3.3 Temps mis pour parcourir OC.

Dans la zone OA: $t_1 = \frac{V_A}{a_G} = 0,11$ s; dans la zone AC, le mouvement est rectiligne uniforme car B = 0 T et $t_2 = \frac{AC}{V_A} = 0,020$ s d'où T = $t_1 + t_2 = 0,13$ s.

Corrigé Enoncé LAP 05

1.1 Forces appliquées à la tige : $\vec{R}$ réaction du support des rails ; $\vec{P}$ poids de la tige ; $\vec{F}_m$ force de Laplace et $\vec{T}$ tension du fil.

1.2 Condition d'équilibre : M. g = I. l. B.

1.3 M = $\frac{I.l.B}{g} = 3,2.10^{-2}$ kg.

2.1 La force de Laplace est toujours orientée dans le sens du trièdre direct ($\vec{l}$; $\vec{B}$; $\vec{F}$).

2.2 L'angle ($\vec{B}$; $\vec{F}$) = 90° ; $\vec{F}$ s'incline de l'horizontal de β = 180 – (90 + α) = 60°.

2.3 M = $\frac{I.l.B.\cos\beta}{g} = 1,6.10^{-2}$ kg.

3.1 Le courant va de N vers M.

3.2 Condition d'équilibre : $\vec{T} + \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{O}$.

3.3 M = $\frac{I.l.B}{g} = 3,2.10^{-2}$ kg.

Corrigé Enoncé LAP 06

1.1 Le mouvement est varié si la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$ ou $\vec{a}.\vec{V} < 0$.

1.2 a_G = g. sinα > 0.

1.3 V = $\sqrt{2.g.l.\sin\alpha} = 0,42$ m/s.

2.1 La tige remonte sous l'action de la force de Laplace.

2.2 $a_G = -\frac{V}{t} = -4,2$ m/s^2.

2.3 d = $-\frac{V^2}{2.a_G} = 0,021$ m.

3.1 Un conducteur rectiligne, de longueur l, parcouru par un courant d'intensité I, plongé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme est soumis à la force électromagnétique $\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$.

3.2 $a_G = \frac{I.l.B.\cos\alpha}{m} - g.\sin\alpha$.

3.3 V = $\sqrt{2.a_G.d} = 0,17$ m/s.

CHAPITRE 09 : INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

L'essentiel du cours

- Flux magnétique : $\phi = \vec{B}.\vec{S}$ = B. S. cos θ (B en Tesla et S en m^2).

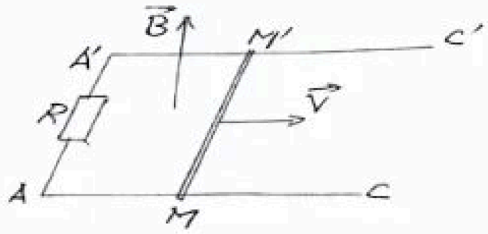
- F. é. m induite $e = -\frac{d\phi}{dt}$ (ϕ en webers (Wb), e en Volts et t en seconde).
- Courant induit $i = \frac{|e|}{R} = -\frac{1}{R}.\frac{d\phi}{dt}$.
- Circuit ouvert U = - e.
- Quantité d'électricité $|q| = \frac{|\Delta\phi|}{R}$. (R en ohms ; q en coulombs C).

ENONCE IND.M 01

Données : l = 20 cm ; g = 10 N/kg ; R = 0,10 Ω ; B = 1,0 T ; m = 20 g ; α = 30° ; V = 2,0 m/s.

Michael Faraday qui n'était pas physicien mais relieur (il lisait les livres scientifiques qu'il devait relier), ne rata pas la découverte de l'induction électromagnétique en 1831 : si le flux du champ magnétique à travers une bobine de fil varie, un courant électrique induit apparait dans cette bobine.

1.Une tige $M'M$ de longueur l, homogène de masse m, peut glisser sans frottement le long des rails AC et $A'C'$ et contenu dans le plan horizontal. Les points A et A' sont reliés par un conducteur ohmique de résistance R. L'ensemble du dispositif est plongé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme vertical ascendant (figure).

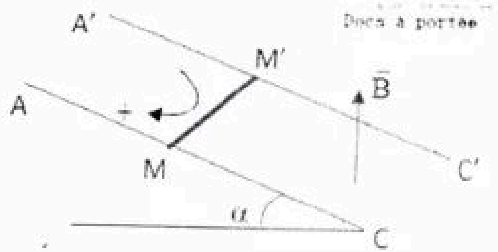


1.1 Définir l'induction électromagnétique.

1.2 Expliquer pourquoi il apparait un courant induit sur la tige. Préciser son sens.

1.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait sur la tige.

2. On incline les rails d'un angle α par rapport à l'horizontal (figure). On déplace la tige $M'M$ à la vitesse constante V vers le bas.



2.1 Donner le sens du courant induit selon les cas suivants : e > 0 et e < 0.

2.2 Etablir l'expression du flux magnétique à travers la surface balayée en fonction de B, l, x et α.

2.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui parcourt la tige.

3. Le plan des rails surmontant la tige $M'M$ est toujours incliné d'un angle α par rapport à l'horizontal. Le champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant perpendiculaire au plan des rails, ascendant et vertical. On déplace la tige à la vitesse constante V vers le bas.

3.1 Enoncer la loi de Lenz.

3.2 Montrer que la force électromagnétique induite engendrée par le courant induit est $F_i = \frac{B^2.l^2.V}{R}$.

3.3 Calculer la norme de la force électromagnétique induite.

ENONCE IND. M 02

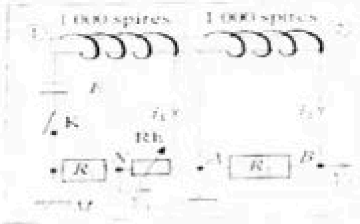
L'induction électromagnétique est un phénomène physique conduisant à l'apparition d'une force électromotrice dans un conducteur électrique soumis à un flux de champ magnétique variable. Cette force électromotrice peut engendrer un courant électrique dans le conducteur.

1. Sur un même cylindre de fer sont enroulés deux bobinages.

La bobine (1) est dans circuit comportant un générateur de tension continue, un interrupteur, un rhéostat et une résistance R_1 aux bornes de laquelle on branche la voie y_1 d'un oscilloscope.

La bobine (2) est reliée à une résistance R_2 aux bornes de laquelle on branche la voie y_2 de l'oscilloscope.

1.1 Donner le comportement d'une bobine parcourue par un courant.
1.2 Préciser les grandeurs visualisées sur chaque voie de l'oscilloscope.
1.3 Interpréter ce que l'on observe si l'interrupteur k est ouvert.
2. On ferme l'interrupteur k.
2.1 Identifier le circuit inducteur et le circuit induit.
2.2 Analyser les conséquences de l'établissement du courant dans la bobine (1).
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit dans la bobine (2). Préciser son sens.
On donne: $R_2 = 10\ \Omega$; S = 2,0 cm^2 ; I = 3,0 A; l = 30 cm; $\mu_0 = 4.\ \Pi.\ 10^{-7}$ S. I.
3. L'interrupteur k étant toujours fermé, on augmente rapidement, mais régulièrement la valeur de la résistance du rhéostat, l'intensité dans la bobine (1) passe à $I_1 = 0{,}50$ A.
3.1 Enoncer la loi de Lenz.
3.2 Analyser le phénomène qui se produit et préciser le sens du courant dans la bobine (2).
3.3 Déterminer la nouvelle intensité du courant induit dans la bobine (2).



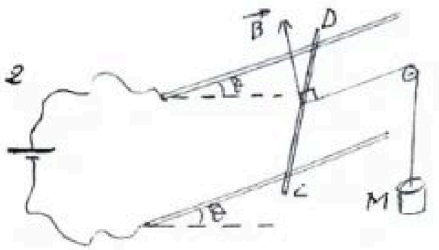
ENONCE IND. M 03

Toute variation du flux magnétique à travers un circuit y provoque l'apparition d'une force électromotrice induite. La force électromotrice induite se manifeste par un courant induit lorsque le circuit est fermé et par une tension à ses bornes quand il est ouvert.

Un générateur produit un courant d'intensité I = 10 A dans un circuit comprenant une tige de cuivre CD de longueur l = 10 cm et de masse m = 100 g. Cette tige est mobile sans frottement sur deux rails conducteurs inclinés de α = 30 ° par rapport à l'horizontale ; CD est perpendiculaire aux rails et horizontal. L'ensemble est placé dans un champ magnétique $\overrightarrow{B}$ dont la valeur est B = 0,10 T ; $\overrightarrow{B}$ est perpendiculaire au plan des rails.

1. À l'aide d'un contrepoids de masse M, la tige CD demeure en équilibre.
1.1. Enoncer le principe d'inertie.
1.2. Ecrire la condition d'équilibre en fonction de M, m, g, I, l, B et α.
1.3. Déterminer la valeur de la masse M (g = 10 m.s^{-2}).

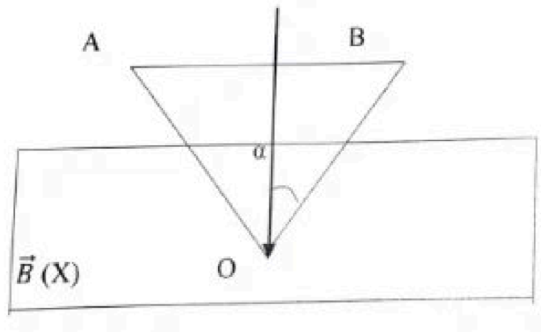
2. On remplace le générateur par un conducteur ohmique R = 10 Ω, la tige est alors entrainée vers le haut par le contrepoids de masse M à la vitesse V = 0,50 m / s. Les rails sont toujours inclinés de α = 30 ° et le vecteur-champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant vertical ascendant de valeur B = 0,10 T.
   2.1. Enoncer la loi de Lenz.
   2.2. Expliquer pourquoi il apparait un courant induit sur la tige.
   2.3. Déterminer la valeur de la force électromotrice qui apparait sur la tige CD.
3. Un courant induit i circule sur la tige CD.
   3.1. Donner la relation traduisant la loi de Lenz.
   3.2. Préciser le sens du courant induit.
   3.3. Déterminer l'intensité du courant induit.



ENONCE IND. M 04

Toute variation de surface entraine la variation du flux magnétique qui y provoque l'apparition d'un courant induit dans un conducteur plongé dans un champ magnétique.

Une spire de cuivre ayant la forme d'un triangle ABO équilatéral de côté a et de résistance r. Ce triangle est suspendu par un fil qui permet de le faire déplacer verticalement vers le bas avec une vitesse constante $\vec{V}$. À un instant pris comme origine des dates, le triangle pénètre par le point O dans une zone où règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme horizontal et perpendiculaire au plan de la figure(figure).



1.1 Définir l'induction électromagnétique.

1.2 Montrer que la surface de la partie immergée de la spire dans le champ magnétique est $S = V^2.\tan\alpha.t^2$.

1.3 Démontrer que l'intensité du courant induit qui parcourt la partie immergée de la spire est $i = \frac{2.B.V^2.\tan\alpha}{r}.t$.

3. Lorsque la spire pénètre complètement dans le champ magnétique, on l'immobilise et on fait varier la valeur du champ magnétique en fonction du temps voir courbe).

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Donner l'expression de la surface de la spire en fonction du côté a.

2.3 Démontrer que l'intensité du courant induit à travers la spire est $i = \frac{a^2.\sqrt{3}}{4.r}.\frac{dB}{dt}$.

4. On donne r = 2,0 Ω et a = 10 cm.
   3.1 Identifier le circuit induit.
   3.2 Etablir l'expression du champ magnétique en fonction du temps sur [0 ; 20 ms] et [20 ms ; 40 ms].
   3.3 Déterminer l'intensité du courant induit sur chacun des intervalles ci-dessus.

ENONCE IND.M 05

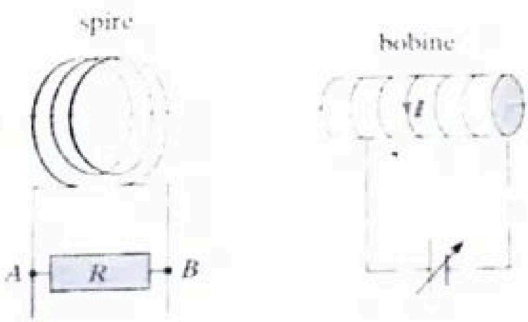
Une bobine parcourue par un courant se comporte comme un aimant. Le courant induit n'apparait que lors du déplacement relatif de l'aimant.

1. Dans le dispositif ci-dessous, les bornes de la bobine sont reliées aux bornes d'un générateur de tension variable. Les bornes du circuit S, comportant 3 spires de section 200 cm^2, sont reliées à un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω. Les deux bobines sont coaxiales. On règle le générateur tel que le champ magnétique créé par la bobine soit B = 32 mT.

On approche la bobine du circuit S.

1.1 Nommer l'inducteur et l'induit.
1.2 Déterminer le sens du courant induit dans le circuit S.
1.3 Déterminer l'intensité du courant induit dans le circuit S.

2. L'intensité du courant dans la bobine n'est pas modifiée, mais on éloigne la bobine du circuit S.
   2.1 Indiquer les deux faces en regard entre la bobine et le circuit S.
   2.2 Préciser le sens du courant induit dans le circuit S.
   2.3 Démontrer que l'intensité du courant induit dans le circuit S est $i = 2{,}0.10^{-4}$ A.
3. La bobine est maintenant immobile devant le circuit S, on règle le générateur de telle sorte que la valeur du champ magnétique diminue jusqu'à 15 mT.
   3.1 Indiquer la face du circuit S en regard de la bobine.
   3.2 Justifier la présence d'un courant induit dans le circuit S.
   3.3 Déterminer l'intensité du courant induit dans le circuit S.



ENONCE IND.M 06

Données : $R_1 = 1000\ \Omega$; $R_2 = 10\ k\Omega$.

Une bobine placée dans un champ magnétique variable est le siège d'une force électromotrice induite. Les effets du courant induit s'opposent aux causes qui lui donne naissance : c'est la loi de Lenz.

1. On réalise le montage de la figure 1, le générateur basse fréquence délivre une tension à signaux triangulaire positif. La bobine (2) est placée au centre de la bobine (1). Les deux bobines sont coaxiales.

1.1 Identifier le circuit induit et le circuit inducteur.

1.2 Donner les expressions des tensions U_{AM} et U_{BM} en fonction de R_1, i_1, R_2 et i_2.

1.3 Interpréter la conformité des résultats des oscillogrammes de la figure 2 avec la loi de Lenz.

2. Etude du sens du courant induit en fonction des variations de l'intensité du courant de l'inducteur sur l'intervalle [0 ; 1 ms].

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Donner le signe du courant induit i_2.

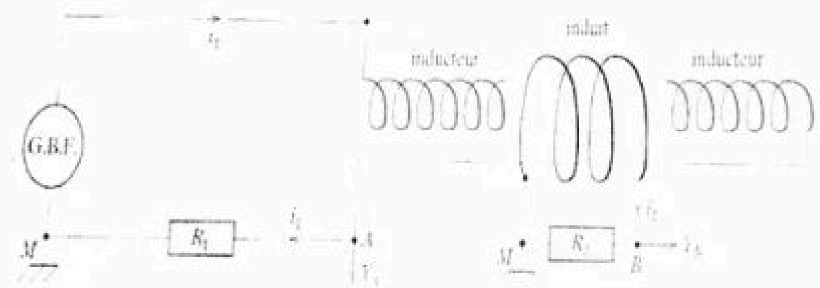
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit i_2 et $\frac{d i_1}{dt}$.

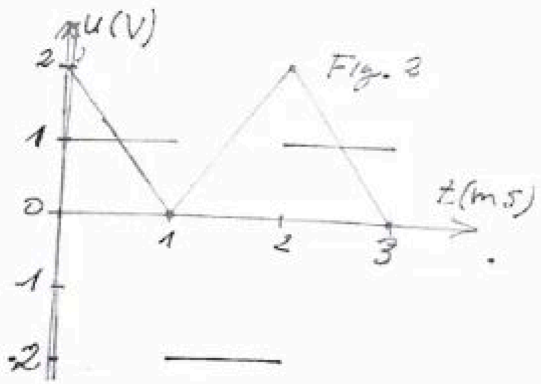
3. Etude du sens du courant induit en fonction des variations de l'intensité du courant de l'inducteur sur l'intervalle [1 ms ; 2 ms].

3.1 Donner le sens du courant i_2.

3.2 Montrer que $\frac{di_1}{dt} = 4$ A/s.

3.3 Calculer l'intensité du courant induit i_2.





CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 09 : INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

Corrigé Enoncé IND.M 01

1.1 C'est un phénomène physique conduisant à l'apparition d'une force électromotrice dans un conducteur électrique soumis à un flux de champ magnétique variable.

1.2 Lorsqu'on déplace la tige, la surface varie en faisant le flux du champ magnétique ce qui fait apparaitre une force électromotrice sur la tige qui se matérialise par un courant induit.

1.3 Intensité du courant induit.

Orientons le vecteur surface de telle sorte que $\vec{S}$ colinéaire et opposé à $\vec{B}$: ϕ = - B.S = - B.l.x ;

e = - $\frac{d\phi}{dt}$ = B.V.l alors i = $\frac{e}{R}$ = $\frac{B.V.l}{R}$ = 4,0 A.

2.1 Lorsque e > 0, le courant induit circule dans le sens choisi du vecteur surface ; e < 0, le courant induit circule dans le sens opposé au sens choisi.

2.2 Expression du flux magnétique.

$\phi = \vec{B}.\vec{S}$ = - B.l.x.cosα car α = ($\vec{B}$, $\vec{S}$).

2.3Intensité du courant induit.

i = $\frac{e}{R}$; e = B.l.x.cosα ; i = $\frac{B.l.V.cos\alpha}{R}$ = 3,5 A.

3.4 Le sens du courant induit est tel que les forces électromagnétiques qu'il crée s'opposent au déplacement qui lui donne naissance.

3.5 Expression de la force électromagnétique induite : $\vec{B}$ colinéaire de sens opposé à $\vec{S}$ et ($\vec{B}$, $\vec{S}$) = π rad ; ϕ = - B.S = - B.l.x ; e = B.V.l et F_i = i.l.B = $\frac{B^2.l^2}{R}$.V.

3.6 Valeur de la force électromagnétique F_i = 0,80 N.

Corrigé Enoncé IND.M 02

1.1 Il se comporte comme un aimant.

1.2 Voie y_1, on visualise la tension U_{MN} ; voie y_2, on visualise la tension U_{BA}.

1.3 Interrupteur k ouvert, I = 0 ; U_{BA} = 0 car i = 0 et la f. é. m e = 0.

2.1 Circuit inducteur, la bobine (1) et le circuit induit, la bobine (2).

2.2 k fermé, I ≠ 0 le champ magnétique créé par la bobine (1) fait varier le flux magnétique dans la bobine (2) engendrant un courant induit et donc naissance d'une f. é. m induite dans la bobine (2).

2.3 Courant induit i = $\frac{\mu_0.N^2.S.I}{l.R_2}$ = 2,5. 10^{-4} A.

3.1 Le sens du courant induit est tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

3.2 Lorsque le courant diminue, le flux magnétique à travers l'induit diminue, il apparait un courant induit dans la bobine (2). Le courant induit va de B vers A.

3.3 Courant induit i = $\frac{\mu_0.N^2.S.(I-I_1)}{l.R_2}$ = 2,1. 10^{-4} A.

Corrigé Enoncé IND.M 03

1.1 Dans un référentiel galiléen, le mouvement du centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme.

1.2 Condition d'équilibre : I. l. B + m. g. sinα = M. g

1.3 $M = \frac{I.l.B + m.g.\sin\alpha}{g} = 0{,}060$ kg

2.1 Le sens du courant induit est tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

2.2 Lorsque la tige est entrainée par le contre-poids à la vitesse V, elle balaie la surface $\vec{S}$ en faisant varier le flux magnétique qui provoque l'apparition d'un courant induit sur la tige CD.

2.3 e = B. V. l = 5,0 mV.

3.1 $e = -\frac{d\phi}{dt}$.

3.2 Sens du courant induit i vas de D vers C.

3.3 Courant induit $i = \frac{B.V.l}{R} = 0{,}50$ mA.

Corrigé énoncé IND.M 04

1.1 Phénomène physique conduisant à l'apparition d'une force électromotrice dans un conducteur électrique soumis à un champ magnétique variable.

1.2 Surface de la partie immergée : $s = \frac{b.h}{2}$ dans le triangle rectangle d'angle α, $s = \frac{b.x}{2}$ or b = x.tanα et $s = \frac{x^2.\tan\alpha}{2}$: la surface totale est $S = 2.s = x^2.\tan\alpha$ or x = V.t d'où $S = V^2.\tan\alpha.t^2$.

1.3 Intensité du courant induit : $\phi = B.S = B.V^2.\tan\alpha.t^2$; $e = -\frac{d\phi}{dt} = -2.B.V^2.\tan\alpha.t$ d'où $i = \frac{|e|}{r} = 2.\frac{B.V^2.\tan\alpha.t}{r}$.

2.1 Le sens du courant induit est tel que les forces électromagnétiques qu'il crée s'opposent au déplacement qui lui donne naissance.

2.2 Surface de la spire : $S = \frac{a^2.\sqrt{3}}{4}$.

2.3 $\phi = B.S = \frac{a^2.\sqrt{3}}{4}.B$; $e = -\frac{a^2.\sqrt{3}}{4}.\frac{dB}{dt}$ d'où $i = \frac{a^2.\sqrt{3}}{4.r}.\frac{dB}{dt}$.

3.1 Le circuit induit est la spire triangulaire.

3.2 [0 ; 20 ms] B = 20.t – 0,20 ; [20 ms ; 40 ms] B = - 20.t + 0,60.

3.3 [0 ; 20 ms], $\frac{dB}{dt} = 20$, $i = 4{,}3.10^{-2}$ A ; [20 ; 40 ms], $\frac{dB}{dt} = -20$, $i = 4{,}3.10^{-2}$ A.

Corrigé Enoncé IND.M 05

1.1 Circuit inducteur : la bobine et le circuit induit : S.

1.2 Le courant induit va de A vers B.

1.3 Courant induit $i = \frac{N.B.S}{R} = 2{,}0.10^{-4}$ A.

2.1 Circuit S : Sud et bobine : face Nord.

2.2 Sens du courant induit de B vers A.

2.3 Courant induit $i = \frac{N.B.S}{R} = 2{,}0.10^{-4}$ A.

3.1 Circuit S : Sud et bobine, face Nord.

3.2 **Diminuer la valeur du champ magnétique revient à éloigner le pôle Nord. Le flux magnétique diminue à travers le circuit S, ce qui fait naitre un courant induit dans S.**

3.3 Courant induit i = $\frac{N(B-B_0).S}{R}$ = 10 mA.

Corrigé Enoncé IND.M 06

1.1 Circuit induit : bobine (2) et le circuit inducteur : le circuit (1).

1.2 $U_{AM} = R_1 . i_1$; $U_{BM} = R_2 . i_2$.

1.3 Lorsque la tension U_{AM} croit, le courant i_1 croit et le champ magnétique B(t) à travers l'induit augmente alors la bobine (2) s'oppose à cette augmentation d'où U_{BM} décroit avec i_2 négative.

2.1 Le sens du courant induit est tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

2.2 Signe de i_2 positif.

2.3 $\frac{di_1}{dt} = \frac{1}{R_1} . \frac{dU_{AM}}{dt}$ = - 4 A/s ; $i_2 = \frac{U_{BM}}{R_2}$ = 2.10^{-5} A.

3.1 Courant induit i_2 de M vers B.

3.2 $\frac{di_1}{dt} = \frac{1}{R_1} . \frac{dU_{AM}}{dt}$ = 4 A/s.

3.3 Courant i_2 = - 2.10^{-5} A.

CHAPITRE 10 : AUTO-INDUCTION

L'essentiel du cours

- Flux à travers un circuit : $\phi = \vec{B} . \vec{S}$ = B. S. cosθ. θ : angle formé par $\vec{B}$ et $\vec{S}$.
- Flux propre : ϕ_P = L. I (inductance L en henrys H et I en A).
- Inductance d'une bobine : L = $\mu_O . \frac{N^2.S}{l}$.
- F. é. m auto-induction: e = - L. $\frac{di}{dt}$.
- Loi d'ohm aux bornes d'une bobine : U = R. I + L. $\frac{di}{dt}$.
- Inductance pure : U = - e = L. $\frac{di}{dt}$.
- Energie magnétique emmagasinée dans la bobine : $E_M = \frac{1}{2}$. L. I^2.

ENONCE AUT-IND 01

L'auto-induction est la propriété électromagnétique remarquable qu'a un conducteur parcouru par un courant électrique variable de s'opposer aux variations de celui-ci.

1. Le dispositif de lance-missiles de l'armée américaine est constitué d'une bobine, associée en série avec un conducteur ohmique. L'ensemble est branché en série aux bornes d'un générateur basse fréquence GBF délivrant une tension triangulaire. Ã l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension U_1 aux bornes du conducteur ohmique et U_2 aux bornes de la bobine (figure).
   La résistance interne de la bobine est négligeable et celle de la résistance est R = 100 Ω.
   Réglage de l'oscilloscope : - Base de temps : 1,0 ms/div
   - Voie 1 : 1,0 V/div
   - Voie 2 : 0,50 V/div.

1.1 Définir une tension variable.

1.2 Préciser, des courbes **(a)** et (b) la tension visualisée sur chaque voie.

1.3 En exploitant les oscillogrammes, déterminer la tension U_2 sur l'intervalle [0 ; 1 ms] aux bornes de la bobine.

2. Vérification de la loi de Lenz-Faraday.

2.1 Définir l'inductance d'une bobine.

2.2 Montrer que la bobine est le siège d'un phénomène d'auto-induction.

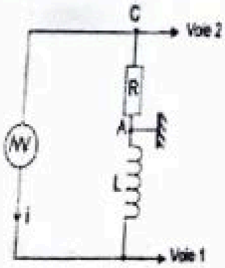
2.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.

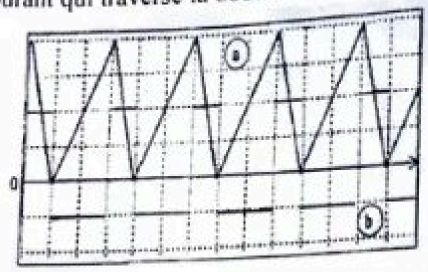
3. Energie emmagasinée dans la bobine.

3.1 Donner la forme sous laquelle l'énergie est stockée dans la bobine.

3.2 Ecrire l'expression de l'énergie emmagasinée dans la bobine.

3.3 Calculer cette énergie lorsque le courant qui traverse la bobine atteint la valeur i = 100 mA.



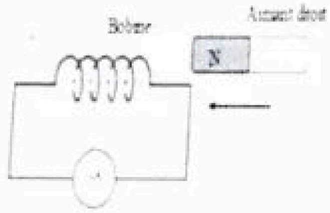


ENONCE AUTO-IND 02

Données : Voie Y_A : 0,20 V/division ; Voie Y_B : 2,0 V/division ; sensibilité horizontale : 0,20 ms/division.

Un conducteur parcouru par un courant électrique génère un champ magnétique et toute variation du courant produit une variation du champ induit, ce qui a pour effet de produire une tension qui s'oppose à la variation du champ donc qui s'oppose à la variation du courant.

1. Une inductance pure L, est reliée à un microampèremètre. On déplace l'aimant devant la bobine(figure).

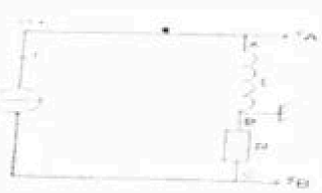


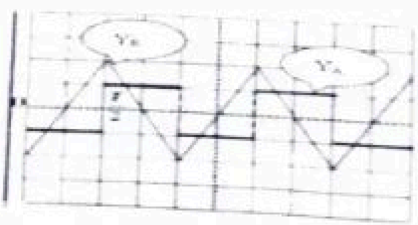
1.1 Définir le phénomène d'induction électromagnétique.

1.2 Préciser le circuit induit et l'inducteur.

1.3 Présenter le phénomène observé.

2. On branche en série avec la bobine précédente un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω et un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension triangulaire alternative. On visualise sur l'écran d'un oscilloscope, la tension U_{AB} sur la voie Y_A et la tension U_{CB} sur la voie Y_B (schéma).





2.2 Montrer que $U_{AB} = -\frac{L}{R}.\frac{dU_{AB}}{dt}$.

2.3 Présenter l'allure de la tension sur la voie Y_A(voir oscillogramme).

3. On considère l'intervalle $[0 ; \frac{T_0}{2}]$.

3.1 Nommer la constante L, caractérisant une bobine.

3.2 Montrer que $U_{CB} = 2.10^4.t - 4$ et que $U_{AB} = - 0,20$ V.

3.3 Déterminer la valeur de L.

ENONCE AUTO-IND 03

On parle d'auto-induction lorsque la source du champ magnétique à l'origine d'une force électromotrice dans un circuit est le courant électrique parcourant ce même circuit. Le champ magnétique ainsi créée établit une rétroaction des variations du courant dans le circuit sur elles-mêmes.

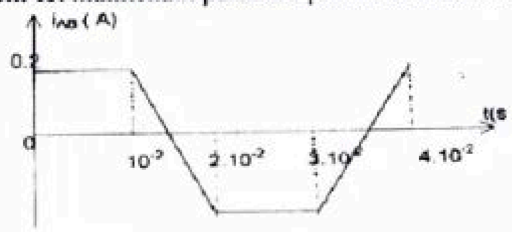
1. On dispose d'un solénoïde d'inductance L = 6,0 mH de résistance r = 2,0 Ω.

1.1 Donner la définition de l'inductance.

1.2 Donner trois comportements types d'un solénoïde parcouru par un courant continu.

1.3 Déterminer le flux propre à travers le solénoïde lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité i = 0,20 A.

2. Le solénoïde précédent est maintenant parcouru par un courant variable (figure).



2.1 Nommer le phénomène observé.

2.2 Préciser les intervalles dans lesquels il y a variation du flux magnétique à travers le solénoïde.

2.3 Déterminer la variation du flux propre dans ces intervalles. Calculer la tension aux bornes du solénoïde dans ces cas.

3. On branche en série le solénoïde précédent avec une lampe, un interrupteur et un générateur. Lorsqu'on ferme le circuit, la lampe s'allume avec un petit retard.

3.1 Donner la formule de Faraday.

3.2 Expliquer le phénomène observé.

3.3 Schématiser le circuit du montage.

ENONCE AUTO-IND 04

On envisage vérifier la loi de Lenz-Faraday en interprétant la réponse d'un circuit (R, L) à une tension triangulaire délivrée par un générateur.

1. On réalise un montage série comportant une bobine d'inductance L de résistance négligeable, une résistance R = 10 k Ω, ainsi qu'un générateur basse fréquence délivrant une tension alternative triangulaire.

On donne : Base de temps : 0,50 ms/div ; Voie 1, courbe C_2 : 0,10 V/div ; Voie 2, courbe C_1.

1.1 Donner le nom du composant aux bornes duquel la tension permet de visualiser les variations de i(t).

1.2 Représenter le montage en plaçant les branchements à effectuer pour visualiser la tension aux bornes de la bobine sur la voie 1 et aux bornes de la résistance sur la voie 2.

1.3 Déterminer la période T de l'intensité du courant.

2. On considère sur l'oscillogramme, l'intervalle portant sur une demi-période.

2.1 Enoncer la loi de Lenz- Faraday.

2.2 Ecrire la loi d'ohm aux bornes de la bobine.

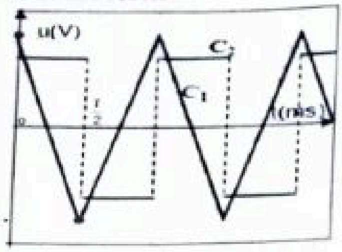
2.3 Déterminer la tension aux bornes de la bobine U_L.

3. Détermination de l'inductance de la bobine.

3.1 Ecrire la relation traduisant la loi de Lenz-Faraday.

3.2 Etablir l'expression de la tension aux bornes de la bobine U_L en fonction de U_R, R et du temps.

3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.



ENONCE AUTO-IND 05

Données : N = 500 ; l = 0,50 m ; S = 100 cm^2 ; R = 20 Ω ; I = 2,0 A ; $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.

Dans cet énoncé, on étudie les principes du phénomène d'auto-induction.

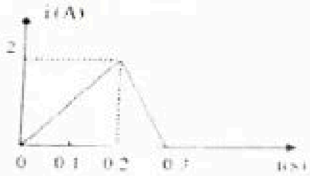
Soit un solénoïde de résistance R, de longueur l, comportant N spires. On fait passer un courant d'intensité I dans le solénoïde, délivré par un générateur de tension continue.

1.1 Donner la forme sous laquelle un solénoïde emmagasine l'énergie.

1.2 Déterminer le flux propre du champ magnétique à travers la surface du solénoïde.

1.3 Déterminer l'énergie emmagasinée par le solénoïde.

2. On remplace le générateur de tension continue par un générateur de tension variable, l'intensité du courant est donc fonction du temps (figure).



2.1 Nommer le phénomène observé.

2.2 Montrer que l'intensité du courant a pour expressions : i(t) = 10.t sur [0 ; 0,20 s] et i(t) = - 20.t + 6 sur [0,20s ; 0,30s].

2.3 Déterminer la force électromotrice d'auto-induction qui apparait aux bornes du solénoïde sur chaque intervalle.

3. Les phénomènes d'auto-induction se manifestent par une différence de potentielle aux bornes du solénoïde.

3.1 Donner l'expression de la tension aux bornes du solénoïde.

3.2 Déterminer la différence de potentielle aux bornes du solénoïde sur chaque intervalle.

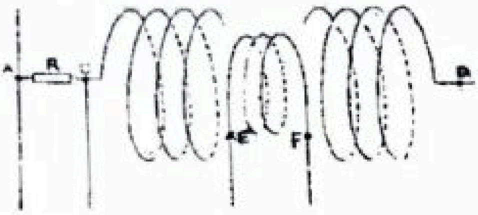
3.3 Schématiser le circuit en indiquant le sens du courant et la tension à ses bornes.

ENONCE AUTO-IND 06

Données : n = 1000 spires/m ; N = 20 spires ; S = 6,0 cm^2 ; R = 5,0 Ω ; U_{AC} = 20 V ; $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.

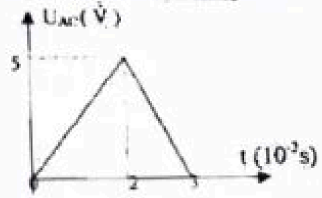
Le phénomène d'auto-induction apparait lorsque le flux magnétique varie en fonction du temps. Il se manifeste par l'apparition d'une tension notée « e » : force électromotrice induite et un courant induit i.

1. On place à l'intérieur d'un solénoïde CD comportant n spires par mètre une bobine circulaire EF comportant N spires de surface S. L'axe de la bobine est confondu avec celui du solénoïde. Le solénoïde est branché en série avec un conducteur ohmique de résistance R ; l'ensemble du circuit AD est alimenté par un générateur de tension continue (figure). On mesure aux bornes du conducteur ohmique une tension positive U_{AC}.



1.1 Définir le flux magnétique.
1.2 Etablir l'expression du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde en fonction de μ_0, n, R et U_{AC}.
1.3 Déterminer le flux magnétique à travers la section de la bobine.

2. Le circuit AD est maintenant alimenté par une source de tension variable de telle sorte que la tension U_{AC} varie en fonction du temps selon le graphe ci-dessous.



2.1 Nommer les phénomènes auxquels sont soumis la bobine et le solénoïde.
2.2 Donner le sens du courant induit dans la bobine si son circuit est fermé.
2.3 Déterminer l'expression de la tension $U_{AC}(t)$ sur les intervalles $[0 ; 2.10^{-3}s]$ et $[2.10^{-3} ; 3.10^{-3}s]$.

3. Le circuit de la bobine EF est ouvert.
3.1 Présenter ce qu'apparait aux bornes E et F de la bobine.
3.2 Déterminer la tension U_{EF} aux bornes de la bobine sur les deux intervalles ci-dessus.
3.3 Tracer le graphe représentant la tension U_{AC}.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 10 : AUTO-INDUCTION

Corrigé Enoncé AUTO-IND 01

1.1 Une tension est variable lorsqu'elle prend différentes valeurs au cours du temps.

1.2 Courbe (a), voie 2 : tension U_1 ; courbe (b), voie 1 : tension U_2.

1.3 $U_2 = 2,0$ V.

2.1 C'est le coefficient d'auto-inductance du circuit ou inductance propre du circuit.

2.2 $U_1 = -$ R. i ; $U_2 = -\frac{L}{R}.\frac{dU_1}{dt}$; lorsque U_1 décroit, U_2 prend une valeur constante positive ; la bobine s'oppose donc à la diminution du courant.

2.3 Inductance de la bobine $L = -\frac{R.U_2}{\frac{dU_1}{dt}} = 0,10$ H.

3.1 L'énergie est stockée sous forme magnétique.

3.2 $E_m = \frac{1}{2}.L.I^2$.

3.3 $E_m = 5{,}0.\ 10^{-4}$ J.

Corrigé Enoncé AUTO-IND 02

1.1 Phénomène physique conduisant à l'apparition d'une force électromotrice dans un conducteur électrique soumis à un champ magnétique.

1.2 Le circuit induit est la bobine reliée au microampèremètre et l'inducteur est l'aimant.

1.3 En déplaçant l'aimant devant la bobine, on fait varier le flux du champ magnétique à travers la surface de la bobine, ce qui fait apparaitre un courant induit et fait dévier l'aiguille du microampèremètre.

2.1 L'auto-induction est la propriété électromagnétique remarquable qu'à un conducteur parcouru par un courant électrique de s'opposer à la variation de celui-ci.

2.2 $U_{AB} = L.\frac{di}{dt}$ or U_{CB} = - R.i et i = $-\frac{U_{CB}}{R}$ d'où $U_{AB} = -\frac{L}{R}.\frac{dU_{CB}}{dt}$.

2.3 Lorsque $\frac{dU_{CB}}{dt}$ croît, U_{AB} reste constante et négative ; lorsque $\frac{dU_{CB}}{dt}$ décroît, U_{AB} reste constante et positive.

3.1 L est le coefficient d'auto-inductance du circuit ou inductance propre du circuit.

3.2 U_{AB} = YxSV = -1x0,20 = - 0,20 V ; on a a = $\frac{\Delta U_{CB}}{\Delta t} = \frac{4-(-4)}{0{,}4.10^{-3}}$ = $2{,}0.10^{4}$ V/s alors $U_{CB} = 2{,}0.10^{4}$.t + b ; pour t = 0, b = U_{CB} = - 4 d'où $U_{CB} = 2{,}0.10^{4}$.t – 4.

3.3 Valeur de l'auto-inductance.

$$L = -\frac{R.U_{AB}}{\frac{dU_{CB}}{dt}} = 0{,}10 \text{ mH}.$$

Corrigé Enoncé AUTO-IND 03

1.1 La constante L, est le coefficient d'auto-inductance du solénoïde ou inductance propre du solénoïde.

1.2 Un solénoïde parcouru par un courant continu : - génère un champ magnétique ;

- S'oppose à l'établissement ou à l'annulation du courant ;
- Se comporte comme un conducteur ohmique.

1.3 Valeur du flux propre : ϕ_P = L.i = $1{,}2.10^{-3}$ Wb.

2.1 Phénomène d'auto-induction.

2.2 Il y a variation du flux magnétique dans [10 ms ; 20 ms] et [30 ms ; 40 ms].

2.3 Variation du flux

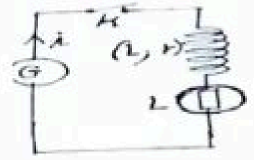
[10 ms ; 20 ms], $d\phi_P$ = L.di = 0,006x (-0,4) = - $2{,}4.10^{-3}$ Wb ;

[30 ms ; 40 ms], $d\phi_P = 2{,}4.10^{-3}$ Wb ; $U_1 = r.i + \frac{d\phi}{dt}$ = 0,16 V et U_2 = 0,64 V.

3.1 Formule de Faraday : e = $-\frac{d\phi}{dt}$.

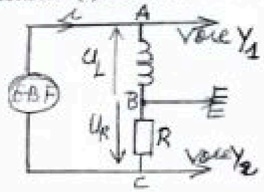
3.2 La variation du courant produit une variation du champ magnétique induit, ce qui a pour effet de produire une force électromotrice qui s'oppose à la variation du courant.

3.3 Montage du circuit.



Corrigé Enoncé AUTO-IND 04

1.1 On observe les variations de l'intensité i(t) aux bornes du conducteur ohmique.



1.2

1.3 Période T = 4x0,50 = 2,0 ms.

2.1 Le sens du courant induit est tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

2.2 Tension aux bornes de la bobine U_L = L. $\frac{di}{dt}$.

2.3 U_L = 3x0,10 = 0,30 V.

3.1 Loi de Lenz- Faraday : e = - L. $\frac{di}{dt}$.

3.2 Relation $U_L = -\frac{L}{R}.\frac{dU_R}{dt}$.

3.3 L = - $\frac{R.U_L}{\frac{dU_R}{dt}}$ = 0,19 H.

Corrigé Enoncé AUTO-IND 05

1.1 Dans une bobine, l'énergie est emmagasinée sous forme magnétique.

1.2 Flux propre : ϕ_P = N.B.S avec B = $\mu_0.\frac{N}{l}$.I ; $\phi_P = 1{,}3.10^{-2}$ Wb.

1.3 Energie emmagasinée : $E_m = \frac{1}{2}.L.I^2 = \frac{1}{2}.\phi_P.I = 1{,}3.10^{-2}$ J.

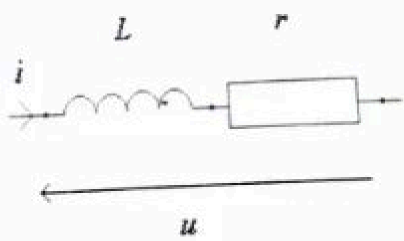
2.1 Phénomène d'auto-induction.

2.2 Penser à i(t) = a.t + b avec a = $\frac{\Delta I}{\Delta t}$.

2.3 Force électromotrice : e = - L.$\frac{di}{dt}$; sur [0 ; 0,20s] e = - 0,065 V et sur [0,20s ; 0,30s] e = 0,13 V.

3.1 Loi d'ohm aux bornes du solénoïde : U = R.i – e.

3.2 Différence de potentielle : U = 40 V.



3.3 Schéma :

Corrigé Enoncé AUTO-IND 06

1.1 L'ensemble de lignes de forces du champ d'induction magnétique qui pénètre une surface.

1.2 Champ magnétique au centre du solénoïde : B = μ_0.n.I or I = $\frac{U_{AC}}{R}$ d'où B = μ_0.n. $\frac{U_{AC}}{R}$.

1.3 Flux à travers la section de la bobine EF : ϕ = N.B.S = N. μ_0.n. $\frac{U_{AC}}{R}$.S = $6{,}0.10^{-5}$ Wb.

2.1 Phénomène d'induction électromagnétique dans la bobine et phénomène d'auto-induction dans le solénoïde.

2.2 Le courant induit va de E vers F dans la bobine.

2.3 Tension aux bornes du conducteur ohmique : $[0 ; 2.10^{-3}s]$ $u_{AC}(t) = 2{,}5.10^3.t$; $[2.10^{-3}s ; 3.10^{-3}s]$ $u_{AC}(t) = -5.10^3.t + 15$.

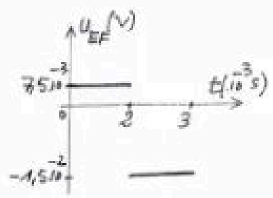
3.1 Le circuit EF étant ouvert, il apparait une tension U_{EF} = - e.

3.2 Tension aux bornes de la bobine.

On a : e = - $\frac{d\phi}{dt}$ = - $\frac{N.\mu_0.n.S}{R}.\frac{dU_{AC}}{dt}$ d'où $U_{EF} = \frac{N.\mu_0.n.S}{R}.\frac{dU_{AC}}{dt}$

$[0 ; 2.10^{-3}s]$ $U_{EF} = 7{,}5.10^{-3}$ V ; $[2.10^{-3}s ; 3.10^{-3}s]$ $U_{EF} = -1{,}5.10^{-3}$ V.

3.3 Graphe U_{EF} = f(t) :



HAPITRE 11 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

L'essentiel du cours

- Equation différentiel d'un circuit (L, C) : $\ddot{q} + \omega_O^2$. q = 0 ou $\frac{d^2u}{dt^2} + \omega_O^2$.u = 0 avec $\omega_O^2 = \frac{1}{L.C}$: pulsation propre du circuit (L, C).
- Fréquence propre du circuit (L, C) : $N_O = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{L.C}}$ (en Hertz : Hz).
- Période propre des oscillations : T_O = 2. Π. $\sqrt{L.C}$.
- Solution générale de l'équation différentielle : q(t) = Q_m. Cos (ω_Ot + φ).
- Energie électrostatique emmagasinée dans le condensateur : $E_e = \frac{1}{2}$. C. $U^2 = \frac{1}{2}.\frac{Q^2}{C}$.
- Energie magnétique emmagasinée dans la bobine : $E_m = \frac{1}{2}$. L. I^2.
- Energie électromagnétique totale du circuit L, C : $E_t = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}$. L. i^2.

NCE OSC. ELEC 01

cuit isolé électriquement, qui possède de l'énergie électromagnétique, est le siège d'oscillations sinusoïdales.

Le circuit (L, C) ci-dessous est idéal. Le condensateur de capacité C = 330 µ F est chargé sous une tension E = 6,0 V. A la date t = 0 s, on le décharge dans une bobine d'inductance pure L =

7,2 m H. On suppose que le courant a une intensité nulle à l'instant de la fermeture du circuit à t = 0 s.

1.1. Donner le signe de l'intensité du courant i(t).

1.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité algébrique i(t) du courant.

1.3. Déterminer la période propre T_O des oscillations.

2. Exploitation des conditions initiales.

2.1. Donner la signification des grandeurs I_m et φ sachant que la solution de l'équation différentielle est : $i(t) = I_m \cos(\frac{2\pi}{T_O}t + \varphi)$.

2.2. Montrer que $I_m = \frac{C.E}{\sqrt{L.C}}$.

2.3. Déterminer I_m et φ.

3. Etude énergétique.

3.1. Donner les conditions permettant d'obtenir des oscillations électriques libres non amorties.

3.2. Etablir les expressions de $E_C(t)$ et $E_b(t)$, respectivement énergie du condensateur et de la bobine en fonction de C, E, T_O et t.

3.3. Déterminer l'énergie totale du circuit E_t.

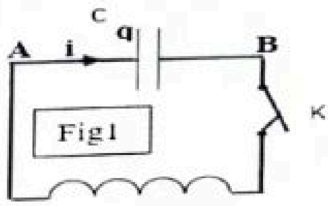


Fig1

ENONCE OSC. ELEC 02

On réalise l'étude qualitative et quantitative d'un circuit LC afin de déterminer ses caractéristiques.

1. Un condensateur de capacité C est chargé sous une tension constante U délivrée par un générateur (figure 1, k_1 fermé et k_2 ouvert). On relie les armatures A et B du condensateur à une inductance pure L. À l'instant t = 0, pris comme origine des dates, on ouvre l'interrupteur k_1 et on ferme k_2. On appelle q(t) la charge de l'armature positive reliée au point A.

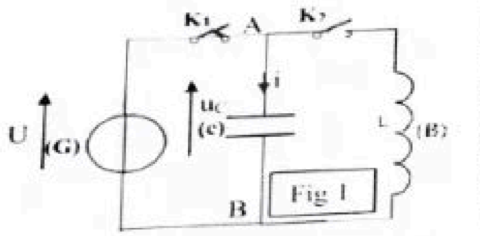


Fig 1

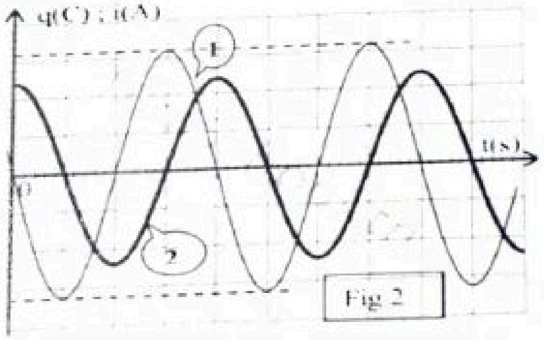


Fig 2

1.1 Donner l'expression de l'intensité du courant i(t).

1.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur q(t).

1.3 Démontre que $q(t) = Q_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$ est une solution de cette équation différentielle pour une valeur particulière de ω_0 dont on donnera l'expression.

2. Le graphe de la figure 2 donne les variations de la charge du condensateur q(t) et de l'intensité du courant i(t) qui traverse le circuit.

2.1 Identifier les courbes 1 et 2.

2.2 Préciser la différence de phase ou le décalage entre q(t) et i(t) en fonction de la période.

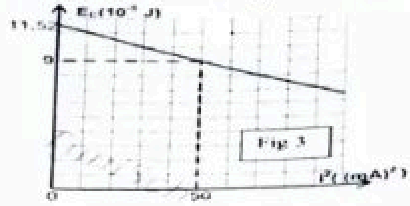
2.3 Déterminer les expressions de q(t) et i(t). On donne : 1 div pour 2.10^{-5} C pour q(t), 1 div pour $1,5.\pi$ mA pour i(t) et 1 oscillation complète = 0,359 s.

3. La courbe de la figure 3 donne l'évolution de l'énergie électrique du circuit en fonction de i^2.

3.1 Donner l'expression de l'énergie totale du circuit LC en fonction de q, i, L et C.

3.2 Montrer que $E_T = \frac{1}{2}.L.I_m^2$.

3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine et la capacité C du condensateur.



ENONCE OSC. ELEC 03

La valeur de la résistance détermine l'évolution de la charge du condensateur dans un circuit L, C et donc de la tension à ses bornes. Si la résistance R = 0, les oscillations sont périodiques sinusoïdales.

1. La plaque électronique d'une horloge comporte un condensateur de capacité C = 2 µ. F chargé, d'une bobine d'inductance L = 12 m H et de résistance négligeable et un conducteur ohmique de résistance R = R' variable.
   1.1 Donner l'expression de l'intensité i du courant qui traverse le condensateur (figure 1).
   1.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur si R = 0.
   1.3 Déterminer l'expression numérique instantanée de la charge du condensateur, sachant qu'avant la fermeture du circuit à t = 0, le condensateur est chargé sous la tension U = 100 V et q(t) = $Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.
2. On règle la valeur de la résistance à R = 1,0 k Ω, le condensateur se décharge au bout de Δt = 0,010 s lorsque l'intensité du courant qui traverse le circuit I = 1,0 mA.
   2.1 Donner la nature des oscillations observées.
   2.2 Justifier la cause de la décharge du condensateur.
   2.3 Déterminer les valeurs maximales de la charge du condensateur et de la tension à ses bornes à cet instant.
3. Pour le fonctionnement idéal de l'horloge, on branche le circuit ci-dessus aux bornes d'un générateur délivrant une tension $U_g = U_S = R_O.I$ (figure 2).
   3.1 Nommer l'énergie stockée dans le condensateur.
   3.2 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur est :

$$L.\frac{d^2q}{dt^2} + (R - R_O).\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0.$$

3.3 Trouver la valeur de la résistance R_O pour que les oscillations sinusoïdales prennent naissance dans le circuit (R = 1,0 k Ω).

Figure 2

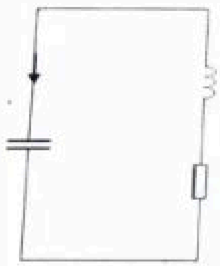
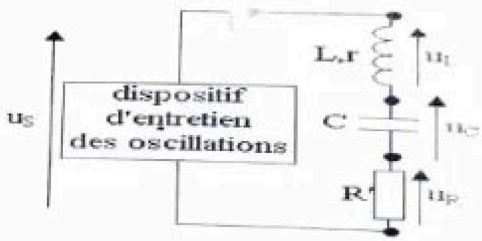


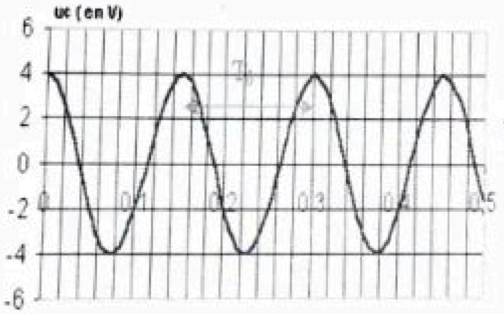
Figure 1

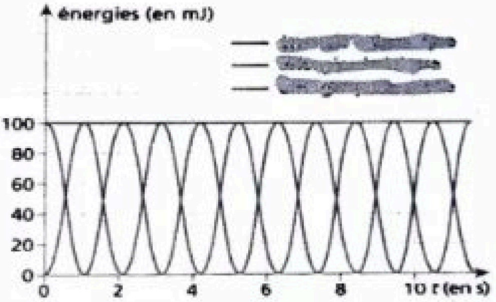


ENONCE OSC.ELEC 04

Le circuit d'un récepteur radio est relié à une antenne qui capte les ondes hertziennes émises par l'émetteur. Ces ondes génèrent des oscillations dans le circuit. Pour capter les émissions d'un émetteur particulier, il faut accorder le circuit L C à l'émetteur, c'est-à-dire lui donner une fréquence propre d'oscillation égale à la fréquence de l'émetteur.

1. L'analyse du signal reçu par le récepteur de l'émetteur a fourni les graphes ci-dessous.
   1.1 Donner la nature du regime observée.
   1.2 Préciser l'évolution des échanges d'énergies dans le condensateur et dans la bobine.
   1.3 Déterminer la capacité C du condensateur en exploitant les graphes.
2. On suppose que la capacité du condensateur C = $1{,}3.10^{-2}$ F.
   2.1 Donner la nature de l'énergie emmagasinée par le circuit à l'instant t = 0.
   2.2 Etablir l'expression de la période propre du circuit L C.
   2.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.
3. Les caractéristiques du récepteur de radio sont telles que: L = 0,44 H et C = $1{,}3.10^{-2}$ F. On desire étudier l'évolution de la charge du condensateur en function du temps.
   3.1 Donner l'expression de l'énergie totale du circuit en function de q, C, L et i.
   3.2 En utilisant le fait que l'énergie totale du circuit se conserve, établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t).
   3.3 Déterminer l'expression instantanée de la charge sachant que la solution générale de l'équation différentielle est: q(t) = $Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

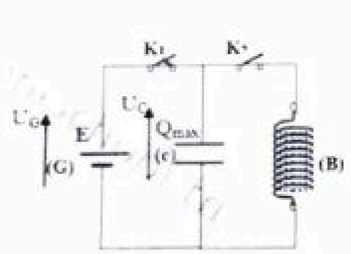




ENONCE OSC.ELEC 05

Lors de la décharge d'un condensateur dans une inductance pure, l'énergie électrostatique emmagasinée par le condensateur lors de la charge est transmise à la bobine sous forme électromagnétique. L'énergie totale du circuit n'est pas perdue, elle est donc conservée.

On réalise l'étude du circuit ci-dessous comportant un générateur de tension ideal (G) de force électromotrice E = U_0, un condensateur de capacité C, une inductance pure L (B) et deux interrupteurs k_1 et k_2.



1. On ferme l'interrupteur k_1 et on ouvre k_2. Après une brève durée, le condensateur porte une charge maximale Q_0 et emmagasine une énergie électrostatique E_0. Le condensateur étant chargé, à t = 0 on ouvre l'interrupteur k_1 et on ferme k_2.

1.1 Nommer le phénomène observe dans le solénoïde.

1.2 Donner l'expression de l'énergie électrique totale du circuit à l'instant t en fonction de L, C, q et i.

1.3 Démontrer que l'énergie électrique totale du circuit peut s'écrire : $E_0 = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$ avec $q(t) = Q_0.\cos(\omega_0.t + \varphi)$.

2. On admet que l'énergie totale du circuit se conserve.

2.1 Donner l'expression de l'intensité du courant i(t).

2.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur à partir de l'expression de la question 1.2.

2.3 Déterminer l'expression de la charge q(t) en fonction de Q_0, T_0 et t.

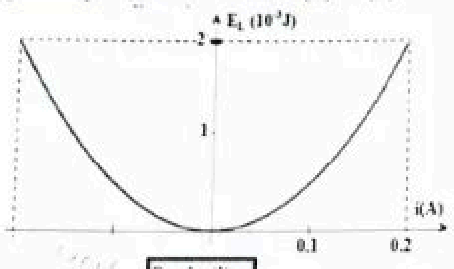
3. Un dispositive expérimentale a permis de tracer les courbes (1) et (2) traduisant respectivement les variations de l'énergie électromagnétique E_L dans la bobine en fonction du courant i et en function du temps.

3.1 Donner l'expression de la période propre T_0.

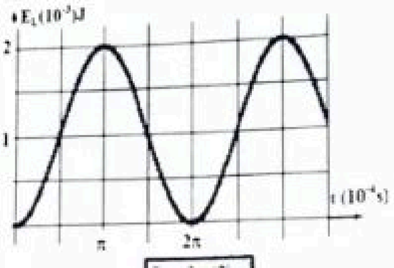
3.2 Montrer que l'expression de l'énergie électromagnétique E_L peut s'écrire :

$E_L = \frac{E_0}{2}[1 + \cos(\frac{4.\pi}{T_0}.t + \pi)]$.

3.3 Déterminer les valeurs de l'inductance L, la capacité C, la charge maximale Q_0 et la tension U_0 en exploitant les courbes (1) et (2).



Courbe (1)



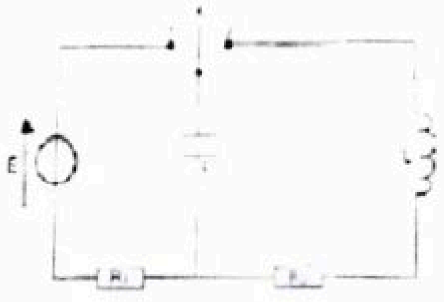
Courbe (2)

ENONCE OSC.ELEC 06

Un circuit (L, C) possède deux réservoirs d'énergies entre lesquels les échanges provoquent des oscillations électriques.

L'étude du circuit ci-dessous vise à mettre en évidence les différents régimes d'oscillations électriques libres.

Un circuit électrique est constitué par un générateur de tension continu E = 10 V, un condensateur de capacité C = $1,0.10^{-5}$ F, une bobine d'inductance pure L, deux résistances et un interrupteur inverseur k.



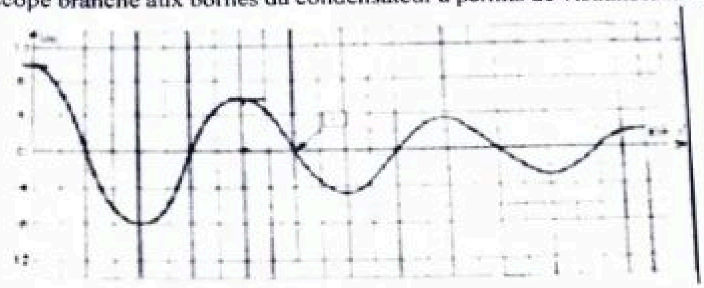
1. On bascule l'inverseur en position 1.

1.1 Nommer le phénomène observe dans le condensateur.

1.2 Donner la forme sous laquelle l'énergie est emmagasinée dans le condensateur.

1.3 Déterminer la charge maximale et l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

2. Le condensateur étent chargé, on bascule l'inverseur en position 2 à l'instant t = 0. Un oscilloscope branché aux bornes du condensateur a permis de visualiser la tension u_C(t)(figure).



2.1 Nommer le régime d'oscillations observe.

2.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C(t).

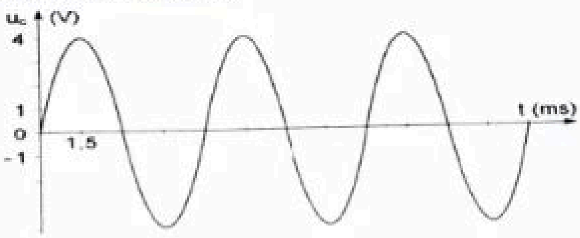
2.3 Déterminer la variation d'énergie au cours de la première pseudo-période dans le condensateur.

3. On enlève la résistance R_2. On bascule l'inverseur en position 2 après avoir recharge le condensateur. La courbe ci-dessous donne les variations de la tension u_C(t).

3.1 Nommer le régime d'oscillations observe.

3.2 Donner l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C(t).

3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.



CORRIGES DES ENONCES CHAPITRE 11 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 01

1.1. L'intensité du courant i(t) est compté positivement.

1.2 $\frac{di}{dt} + \frac{1}{L.C}. \int i.\, dt = 0.$

1.2. $T_O = 2\pi.\sqrt{LC}$; $T_O = 10$ ms.

2.1. I_m Représente l'amplitude maximale du courant ; φ phase à l'origine.

2.2 À partir de $I_m = Q_m.\, \omega_O$ avec $\omega_O^2 = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$.

2.3 $\varphi = \frac{\pi}{2}$ rad ; $I_m = 1{,}3$ A.

3.1. Pour R = 0 Ω pas de perte d'énergie, conservation. Il y a échange d'énergie entre le condensateur et la bobine.

3.2. $\mathcal{E}_C(t) = \frac{1}{2}.C.E^2.\sin^2(\frac{2\pi}{T_O}t + \frac{\pi}{2})$; $\mathcal{E}_b(t) = \frac{1}{2}.C.E^2.\cos^2(\frac{2\pi}{T_O}t + \frac{\pi}{2})$.

3.3. $\mathcal{E}_t = \frac{1}{2}.C.E^2$; AN : $\mathcal{E}_t = 6{,}0.10^{-3}$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 02

1.1 Expression de l'intensité du courant : $i(t) = \frac{dq}{dt}$.

1.2 Equation différentielle : $u_C + u_L = 0$, $\frac{q}{C} + L.\frac{di}{dt} = 0$, $\frac{q}{C} + L.\frac{d^2q}{dt^2} = 0$ d'où $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.q = 0$.

1.3 $\frac{dq}{dt} = i(t) = -\omega_0.Q_m.\sin(\omega_0 t + \varphi)$, $\frac{d^2q}{dt^2} = -Q_m.\omega_0^2.\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$ alors $-Q_m.\omega_0^2.\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{L.C}.Q_m.\cos(\omega_0 t + \varphi) = 0$ lorsque $\frac{1}{L.C} = \omega_0^2$.

2.1 Courbe 1 ; i(t) et la courbe 2 représente q(t).

2.2 Le décalage entre q(t) et i(t) est de $\frac{T_0}{4}$.

2.3 à t = 0, i = 0 alors φ = 0 ; $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0} = \frac{2.\pi}{0,359} = 17,5$ rad/s et $Q_m = 5.10^{-5}$ C d'où $q(t) = 5.10^{-5}.\cos(17,5.t)$ et $i\text{-}t) = 15.10^{-3}.\sin(17,5.t)$.

3.1 Energie totale du circuit : $E_T = \frac{1}{2}.L.i^2 + \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}$.

3.2 $E_T = \frac{1}{2}.\frac{Q_m^2}{C}.\cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2}L.\omega_0^2.Q_m^2.\sin^2(\omega_0 t)$ avec $I_m = Q_m.\omega_0$ et $L = \frac{1}{C.\omega_0^2}$ on obtient $E_T = \frac{1}{2}.L.I_m^2$.

3.3 Valeurs de L et de C : $\frac{\Delta E_T}{\Delta i^2} = \frac{1}{2}.L = 0,50$ alors L = 1,0 H et $C = \frac{1}{L.\omega_0^2} = 3,3.10^{-3}$ F.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 03

1.1 Intensité du courant $i = -\frac{dq}{dt}$.

1.2 $L.\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$.

1.3 $Q(t) = 2.10^{-4}\cos(6454t)$.

2.1 Oscillations amorties.

2.2 Il y a perte d'énergie aux bornes de la résistance.

2.3 $\Delta Q = I.\,\Delta t = 1,0.\,10^{-5}$ C ; $u = \frac{\Delta Q}{C} = 5,0$ V.

3.1 Energie électrostatique.

3.2 Utiliser la loi d'additivité des tensions.

3.3 $R - R_O = 0$ alors $R_O = 1,0$ k Ω.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 04

1.1 Régime périodique sinusoïdal.

1.2 Il y a transfert mutuel d'énergie entre le condensateur et la bobine lorsque le circuit LC fonctionne.

1.3 $C = \frac{2.E_T}{u_m^2} = 1,3.10^{-2}$F.

2.1 Energie électrostatique.

2.2 $T_O = 2\pi.\sqrt{L.C}$.

2.3 $L = \frac{T_O^2}{4.\pi^2.C} = 0,044$ H, avec $T_0 = 0,15$ s.

3.1 $E_T = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}.$ L. i^2.

3.2 $\frac{dE_T}{dt} = 0$ alors $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}$ q = 0.

3.3 Expression de q(t) : Q_m = C.U_m = 0,052 C ; ω_0 = 42 rad/s et à t = 0, i = 0 donc φ = 0 d'où q(t) = 0,052. cos(42.t).

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 05

1.1 La décharge du condensateur.

1.2 $E_T = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}.$ L. i^2.

1.3 $E_T = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}.cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}.L\omega_0^2.Q_0^2.sin^2(\omega_0 t + \varphi)$, avec L.$\omega_0^2 = \frac{1}{C}$; soit $E_0 = \frac{Q_0^2}{2.C}$.

2.1 Intensité du courant i(t) = $\frac{dq}{dt}$.

2.2 $\frac{dE_T}{dt} = 0$ $\frac{d}{dt}(\frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}L.i^2) = 0$ $\frac{\dot{q}.q}{C}$ + L.$\dot{q}$.q = 0 alors $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}$ q = 0.

2.3 Expression de q(t) : à t = 0 ; i = 0 alors φ = 0 d'où q(t) = $Q_0.cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t)$.

3.1 Expression de la période : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}$.

3.2 $E_L = \frac{1}{2}L.i^2 = \frac{1}{2}.L.Q_0^2.\omega_0^2.cos^2(\frac{2.\pi}{T_0}.t + \frac{\pi}{2})$ avec i(t) = - $Q_0.\omega_0.sin(\omega_0 t) = Q_0.\omega_0.sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$ sachant que $cos^2 x = \frac{1+cos2.x}{2}$

On a donc $E_L = \frac{1}{2}.\frac{Q_0^2}{C}[1 + cos(\frac{4.\pi}{T_0}.t + \pi)] = \frac{E_0}{2}.[1 + cos(\frac{4.\pi}{T_0}.t + \pi)]$.

3.3 Courbe (1) L = $\frac{2.E_L}{i^2}$ = 0,10 H ; courbe (2) : C = $\frac{T_0^2}{4.\pi.L}$ = 1,0.10^{-7} F, avec $T_0 = 2.\pi.10^{-4}$ s

Pour t = $\frac{\pi}{2}.10^{-4}$ s, E_L = 1.10^{-3} J ; $E_L = E_0$, $Q_0 = \sqrt{2.C.E_L}$ = 1,4.10^{-5} C et $U_0 = \frac{Q_0}{C}$ = 141V.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 06

1.1 La charge du condensateur.

1.2 Sous forme d'énergie électrostatique.

1.3 Q_m = C.E = 1,0.10^{-4} C, énergie emmagasinée : $E_e = \frac{1}{2}.C.E^2$ = 5,0.10^{-4} J.

2.1 Régime pseudopériodique : oscillations électriques libres amorties.

2.2 Equation différentielle : u + R.i + L.$\frac{di}{dt}$ = 0 or i = C.$\frac{du}{dt}$ soit $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{R}{L}.\frac{du}{dt} + \frac{1}{L.C}$u = 0.

2.3 Variation d'énergie : $\Delta E_C = \frac{1}{2}.C.(U_0^2 - U^2)$ = 3,2. 10^{-4} J.

3.1 Régime sinusoïdal.

3.2 $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{L.C}$u = 0.

3.3 Inductance de la bobine : L = $\frac{T_0^2}{4.\pi^2.C}$ = 0,10 H.

CHAPITRE 12 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

L'essentiel du cours

- Tension et intensité efficace : $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$; $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.
- Notion d'impédance : $Z = \frac{U}{I}$ ou U = Z. I ou $Z = \frac{U_m}{I_m}$; unité S. I. d'impédance est l'ohm (Ω).
- Equation différentielle du circuit :
  $u = RI + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i\,dt$ ou $u = RI\sqrt{2}\cos(\omega t) + L\omega I\sqrt{2}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.
- Phase de la tension par rapport à l'intensité et impédance de Fresnel : $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$;
  $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ et $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$.
- Phase à l'oscillogramme : φ (rad) $= 2\pi\frac{l}{L}$
- Si $\varphi = 0$, $LC\omega_0^2 = 1$; Z = R c'est la résonance d'intensité ; l'intensité efficace du courant est maximale $I_0 = \frac{U}{R}$
- Si $\varphi > 0$, $L\omega > \frac{1}{C\omega}$; circuit capacitif ; la tension u est avance de phase sur l'intensité i.
- Si $\varphi < 0$, $L\omega < \frac{1}{C\omega}$; circuit inductif ; la tension est en retard de phase sur l'intensité i.
- Cas particuliers : - circuit (R, L) : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$; $\tan\varphi = \frac{L\omega}{R}$.
- Circuit (R, C) : $Z = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$; $\tan\varphi = -\frac{1}{RC\omega}$.
- Inductance pure L : $Z = L\omega$; $\varphi = +\frac{\pi}{2}$.
- Capacité pure C : $Z = \frac{1}{C\omega}$; $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.
- Bande passante : $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.
- Largeur de la bande passante : $\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{R}{2\pi L}$ ou $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$.
- Facteur de qualité : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$; si Q est grand, la résonance est aigue ; si Q est petit la résonance est floue.
- Surtension aux bornes du condensateur et de la bobine : $U_C = U_L$ = Q. U.
- Puissance moyenne : P = U. I. cos φ ou P = R. I^2 ; P = U. I puissance apparente et cos φ est le facteur de puissance.

ENONCE RLC 01

Données : C = 22 n F ; U = 5,0 V ; R = 1,0 k Ω ; L = 1,15 H.

Le fonctionnement de certains circuits des appareils électriques est construit sous le principe des oscillations électriques forcées. La résonance est état idéal et particulier de fonctionnement de ces circuits.

Un générateur basse fréquence délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série un conducteur ohmique de résistance R, une inductance pure L, un condensateur de capacité C et un ampèremètre de résistance négligeable. On fait varier la fréquence f du GBF en relevant la valeur efficace de l'intensité du courant ; on obtient la courbe ci-dessous.

1.1 Donner un titre à cette courbe.

1.2 Donner la valeur de la fréquence f_0. Correspond-elle à celle que donne le calcul $f_0 = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C}}$?

1.3 Déterminer l'impédance Z_0 du circuit. Comparer cette valeur à celle de R.

2. L'oscillogramme ci-dessous représente la tension u(t) aux bornes du GBF à la résonance.

2.1 Donner la valeur de la phase de la tension par rapport à l'intensité.

2.2 Etablir l'expression de l'intensité i(t).

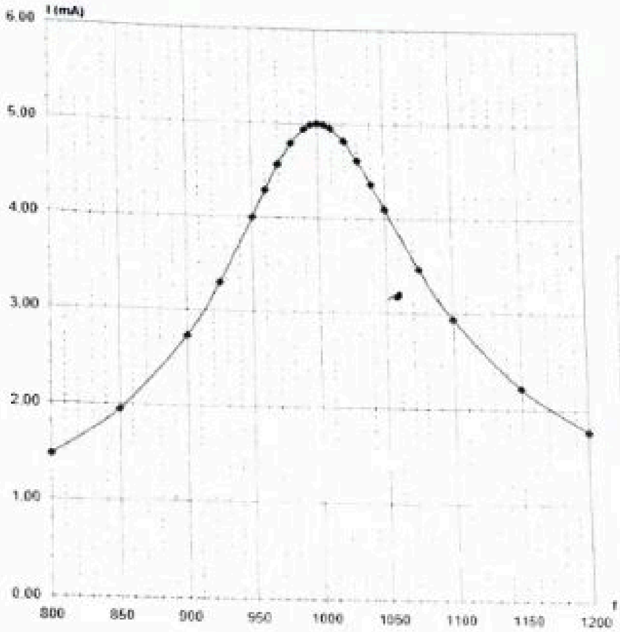
2.3 Tracer sur l'oscillogramme la courbe de la tension u_R(t) aux bornes de la résistance en précisant la base de temps exprimée en µ s.

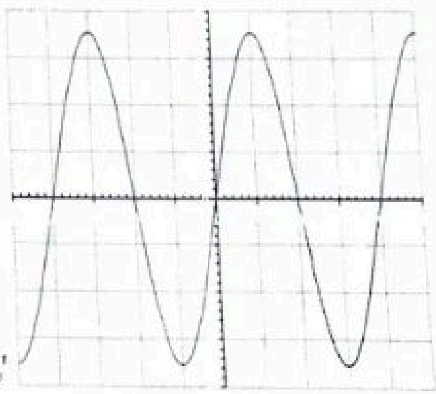
3. Qualité du circuit RLC.

3.1 Définir la bande passante – 3 dB.

3.2 Déterminer la largeur de la bande passante.

3.3 Déterminer le facteur de qualité du circuit. Conclure.





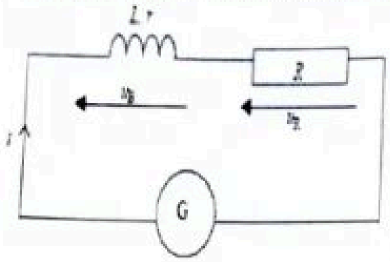
ENONCE RLC 02

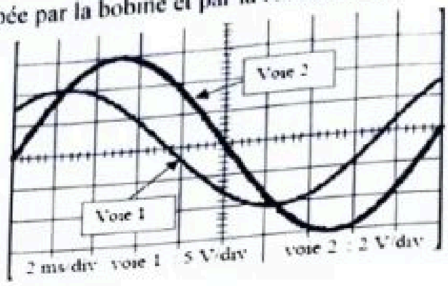
Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves se propose de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine et d'un conducteur ohmique démontés d'un poste récepteur radio.

1. Ce groupe d'élèves associe, en série une bobine d'inductance L et de résistance r, un conducteur ohmique de résistance R = 45 Ω aux bornes d'un générateur G délivrant une tension sinusoïdale de valeur maximale U_m = 14,5 V.
   Pour analyser leur circuit, il utilise un oscilloscope bicourbe sur l'écran duquel le groupe observe les tensions $u_B$sur la voie 1 et la tension u_R sur la voie 2.
   1.1 Donner une expression simple de l'impédance de la bobine.
   1.2 Montrer que la phase de la tension u_B(t) par rapport à l'intensité i(t) est $\varphi u_{B/i}$ = 43°.
   1.3 Déterminer l'impédance Z_B de la bobine.
2. Caractéristiques de la bobine.
   2.1 Présenter des tensions u_B(t) et u_R(t) celle qui est en retard.
   2.2 Réaliser la représentation de Fresnel du circuit à l'aide des tensions maximales.
   2.3 Déterminer la résistance r et l'inductance L de la bobine.
3. Enfin, le groupe décide de mesurer la puissance consommée par chaque dipôle.
   3.1 Donner l'expression de la puissance moyenne d'un circuit RLC.

3.2 Montrer que $P_m = R_T.I^2$.

3.3 Déterminer la puissance active absorbée par la bobine et par la résistance R.

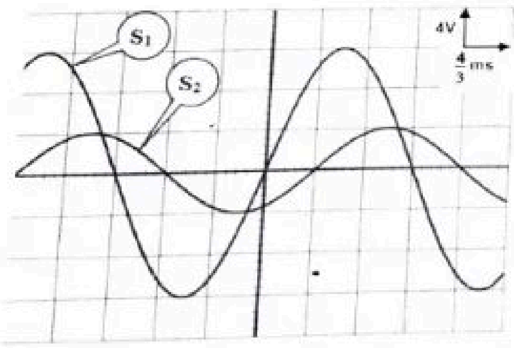


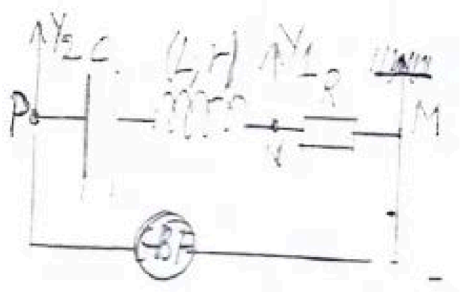


ENONCE RLC 03

Un circuit oscillant doit recevoir de l'énergie pour entretenir les oscillations qu'il génère. Une solution est de le coupler à un oscillateur extérieur de fréquence réglable. Ce type d'oscillations est un modèle fréquemment rencontré en électricité. Il permet d'introduire la notion très importante de résonance d'intensité et de facteur de puissance.

1. On réalise le circuit ci-dessous, le générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence N variable. Le circuit comporte une bobine d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser la tension aux bornes de la résistance $u_R(t)$ et aux bornes du générateur u(t).
   1.1 Identifier, des courbes S_1 et S_2, celle qui correspond à la tension $u_R(t)$ et celle qui correspond à la tension u(t).
   1.2 Trouver la valeur maximale de chaque tension visualisée et la fréquence N_1 du générateur.
   1.3 Déterminer la phase de la tension par rapport à l'intensité.
2. L'ampèremètre branché en série dans le circuit indique une intensité I = 60 m A.
   2.1 Donner l'expression du facteur de puissance du circuit.
   2.2 Etablir l'expression du cos φ en fonction de R, r, I_m et U_m.
   2.3 Déterminer les résistances R et r.
3. On enlève le conducteur ohmique. Le circuit est toujours alimenté par le même générateur. Pour une fréquence N = N_1 = 56 Hz, les tensions efficaces aux bornes du condensateur, aux bornes de la bobine et aux bornes du générateur sont égales.
   3.1 Donner la nature du circuit.
   3.2 Montrer que la capacité C du condensateur et l'inductance de la bobine sont telles que : $L = \frac{r}{2\pi N_1 \sqrt{3}}$ et $C = \frac{1}{8\pi^2 N_1^2 L}$.
   3.3 Déterminer la capacité C du condensateur, l'inductance L de la bobine et la fréquence N_2 qui correspondrait à la résonance du circuit.





ENONCE RLC 04

Lors d'une séance de travaux pratiques, on étudier la réponse du résonateur à une excitation produite par une tension alternative sinusoïdale délivrée par un générateur basse fréquence.

On considère une portion de circuit AB comportant en série, un conducteur ohmique de résistance R, un condensateur de capacité C et une inductance pure L.

On applique une tension alternative sinusoïdale $u_{AB}(t) = U_m\cos(2\pi N.t)$. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et u(t) aux bornes du dipôle AB (figure).

1.1 Présenter, des oscillogrammes C_1 et C_2, celle qui correspond à u(t) et celle qui correspond à $u_C(t)$.
1.2 Identifier, des deux schémas de circuits ci-dessous, à reproduire celui qui permet d'obtenir les oscillogrammes ci-dessous en indiquant les branchements de l'oscilloscope.

1.3 Déterminer la phase de la tension u(t) par rapport à la tension $u_C(t)$.

2.L'intensité du courant qui traverse le circuit est $i(t) = I_m\sin(2\pi N.t + \varphi_i)$.

2.1 Définir un courant alternatif sinusoïdal.

2.2 Etablir l'expression de la tension $u_C(t)$. Préciser la nature du circuit.

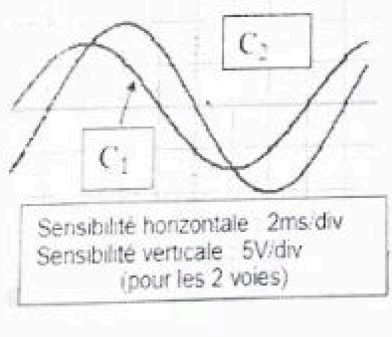
2.3 Déterminer l'intensité maximale du courant I_m pour C = 4,7 μ F.

3. Exploitation de la construction de Fresnel.

3.1 Donner l'expression de l'équation différentielle du circuit vérifiée par l'intensité du courant i(t).

3.2 Réaliser la construction de Fresnel du circuit. Echelle : 1 cm pour 1 V.

3.3 Déterminer la résistance du conducteur ohmique R et l'inductance de la bobine L.

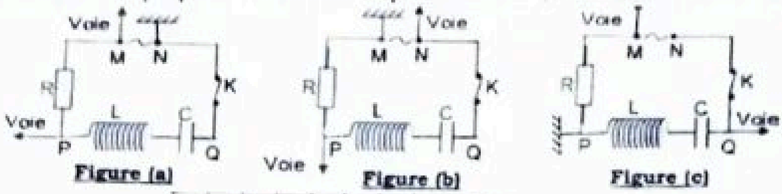


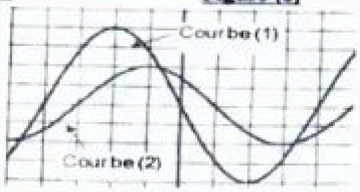
ENONCE RLC 05

Base de temps: 1,0 ms/div; sensibilité vertical sur les deux voies: 1,0 V/div.

On étudie expérimentalement la réponse d'un circuit R, L, C série, à une excitation alternative sinusoidale $u(t) = U_{max}\sin(\omega t)$ de fréquence f délivrée par un générateur basse fréquence. Le circuit est composé d'un conducteur ohmique de résistance R = 150 Ω, d'une bobine d'inductance L = 0,52 H et de résistance interne négligeable, d'un condensateur de capacité C = 5,0 µ F. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser sur la voie A, la tension u aux bornes du générateur et sur la voie B, la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.

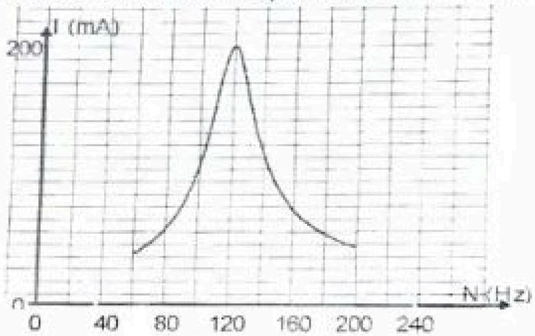
1. Trois circuits sont proposés. Pour une fréquence donnée, on obtient les courbes ci-dessous :





1.1 Identifier le circuit adéquat avec les données de l'énoncé.
1.2 Montrer que la courbe (1) représente la tension u(t).
1.3 Déterminer l'impédance Z du circuit et la phase de la tension par rapport à l'intensité du courant.

2. La valeur efficace de la tension aux bornes du générateur est maintenant U = 2,0 V. On modifie les valeurs de la résistance du conducteur ohmique et la capacité du condensateur. L'inductance de la bobine est L = 0,10 H. On fait varier la fréquence de la tension en relevant les valeurs de l'intensité efficace du circuit. Les résultats ont permis de tracer la courbe ci-dessous:



2.1 Donner la nature de la courbe I = f(N).
2.2 Trouver à l'aide de la courbe, la fréquence N_0 et l'intensité I_0 correspondante.
2.3 Déterminer les valeurs de la résistance du conducteur ohmique et la capacité du condensateur.

3. Pour certaines valeurs de la fréquence f, l'intensité du courant est telle que $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

3.1 Définir le facteur de qualité.
3.2 Montrer que la largeur de la bande passante est ΔN = 24 Hz.
3.3 Déterminer le facteur de qualité Q. Dans quel état se trouve le condensateur et la bobine ?

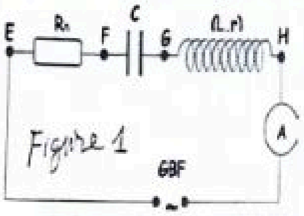
ENONCE RLC 06

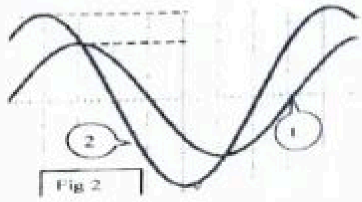
Le schéma de la figure 1 représente le circuit d'un récepteur poste radio. Il comporte les éléments suivants :

- Un condensateur de capacité C = 2,5 µ F.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Un conducteur ohmique R = 100 Ω.

On se propose d'étudier la réponse du signal reçu par l'oscillateur (R + r, L, C) relative à l'excitation du générateur basses fréquences, délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante. On branche en série un ampèremètre de résistance interne négligeable.

1. Expérience 1 : Pour une fréquence N_1 de N, un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément les tensions u(t) aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On obtient les oscillogrammes de la figure 2.





Base de temps : 1,0 ms/div ; sensibilité verticale : 2,0 V/div.

1.1 Compléter le schéma en plaçant les connexions à réaliser pour visualiser les tensions u(t) et $u_R(t)$.

1.2 Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité i(t) du courant et justifier que la courbe 2 correspond à u(t).

1.3 Déterminer l'impédance Z du circuit.

2. Détermination des caractéristiques de la bobine.

2.1 Définir un circuit R, L, C inductif.

2.2 Trouver la phase de la tension par rapport à l'intensité.

2.3 Déterminer l'inductance L et la résistance interne r de la bobine.

3. La fréquence du générateur est réglée à la valeur N.

3.1 Donner l'expression de la puissance moyenne P absorbée par l'oscillateur en fonction de U_m, R, r, L, C et N.

3.2 Pour une fréquence N_2, la puissance P prend une valeur maximale P_2. Montrer que la fréquence N_2 = 109 Hz.

3.3 Déterminer la puissance P_2 dans ce cas.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 12 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES.

CORRIGE ENONCE RLC 01

1.1 C'est la courbe de résonance d'intensité.

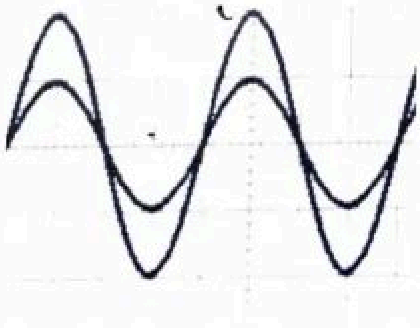
1.2 Fréquence de résonance : f_0 = 1000 Hz ; $f_0 = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C}}$ = 1001 Hz sensiblement égale.

1.3 Impédance du circuit : $Z_0 = \frac{U}{I_0} = \frac{5,0}{5,00.10^{-3}} = 1,0\ k\ \Omega$. = R.

2.1 La phase à la résonance $\varphi u_{/i} = 0$.

2.2 Expression de $i(t) = 5.10^{-3}\cos(2000\pi t)$.

2.3 Base de temps 4 div correspond à $T_0 = 1,0.10^{-3}$ s alors 1 div correspond à 250 µ s.



$I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

3.2 Largeur de la bande passante : $\Delta f = f_2 - f_1 = 1075 - 930 = 145$ Hz.

3.3 Facteur de qualité : $Q = \frac{f_0}{\Delta f} = 7{,}0$. Le circuit n'est pas sélectif.

CORRIGE ENONCE RLC 02

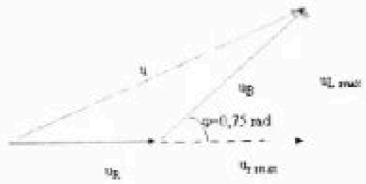
1.1 Expression de simple impédance de la bobine : $Z_B = \frac{U_{Bm}}{I_m}$.

1.2 Phase de la tension u_B(t) par rapport à i(t) : $\varphi_{u_B/i} = \frac{2\pi.l}{L} = \frac{2.\pi.1{,}2}{10} = 0{,}24\pi$ rad $= 43°$.

1.3 Impédance de la bobine: $Z_B = 75\ \Omega$, avec $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{6}{45} = 0{,}133$ A et $U_{Bm} = 10$ V.

2.1 La tension u_R(t) es ten retard par rapport à u_B(t).

2.2 Construction de Fresnel:



2.3 Résistance de la bobine et inductance L : r = $Z_B$xcosφ_B = 55 Ω ; L = $\frac{r.tan\varphi}{\omega}$ = 0,082 H.

3.1 Puissance Moyenne : P_m = U.I.cosφ.

3.2 Pour un circuit RLC, on a U = Z.I et cosφ = $\frac{R}{Z}$, remplaçons dans l'expression 3.1, on obtient $P_m = R.I^2$.

3.3 Puissance active dans la bobine P = r.I^2 = 0,50 W ; dans la résistance P = R.I^2 = 0,40 W.

CORRIGE ENONCE RLC 03

1.1 Courbe S_1 : tension u(t) ; courbe S_2 : tension u_R(t).

1.2 Valeurs maximale $u_{Rm} = 4{,}0$ V ; $u_m = 12$ V ; fréquence $N_1 = 125$ Hz.

1.3 Phase de la tension par rapport à l'intensité : $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{3}$ rad.

2.1 Facteur de puissance : cos φ = $\frac{R+r}{Z}$.

2.2 Cos φ = $\frac{(R+r).I.\sqrt{2}}{U_m}$.

2.3 R = $\frac{U_{Rm}}{I.\sqrt{2}}$ = 47 Ω ; r = $\frac{U_m}{I.\sqrt{2}}$.cos φ – R = 24 Ω.

3.1 Circuit capacitif car la bobine possède une résistance.

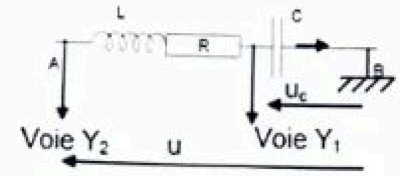
3.2 Démonstration à partir de $Z_C = Z_b$ et $Z = Z_C$: $\sqrt{r^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}$ et $\frac{1}{C.\omega} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ en remplaçant l'expression de C = $\frac{1}{2.L.\omega^2}$ trouvée dans la première équation dans la deuxième.

3.3 L = 0,040 H ; C = 5,7. 10^{-3} F et la fréquence de résonance $N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ = 11 Hz.

CORRIGE ENONCE RLC 04

1.1 La tension $u_C(t)$ est toujours en retard de phase sur u(t) ; la courbe C_1 correspond à u(t) et la courbe C_2 correspond à $u_C(t)$.

1.2 Schéma identifié :



1.3 Phase de la tension u(t) par rapport à $u_C(t)$: $\varphi u_{/u_C} = \frac{2.\pi.1}{8} = \frac{\pi}{4}$ rad.

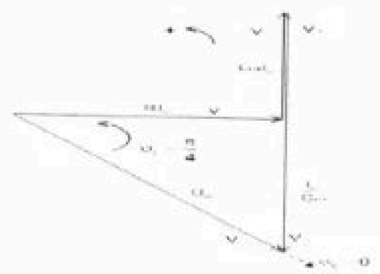
2.1 C'est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période.

2.2 Expression de $u_C(t) = \frac{1}{C} \int i\,dt = \frac{I_m}{C\omega}\cos(\omega t + \varphi_i) = \frac{I_m}{C\omega}\cos(\omega t + \varphi_i - \frac{\pi}{2})$. Le circuit est capacitif.

2.3 Intensité I_m : $U_{Cm} = \frac{I_m}{C.\omega}$ alors I_m = C.2πN.U_{Cm} = 18 mA.

3.1 Equation différentielle : $u(t) = R.i(t) + \frac{1}{C}\int i\,dt + L.\frac{di}{dt}$.

3.2 Construction de Fresnel :



3.3 R.I_m = 5,5 V et L.ω.I_m = 4,5 V, d'où R = 306 Ω et L = 0,64 H

CORRIGE ENONCE RLC 05

1.1 Le circuit de la figure 2.

1.2 N = 125 Hz ; L. ω > $\frac{1}{C.\omega}$ la tension est en avance de phase sur l'intensité du courant. Les maximus de la courbe (1) sont en avance sur les maximums de la courbe (2) Courbe (1) correspond à u(t).

1.3 $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C.\omega})^2} = 215\ \Omega$; $\varphi_{U/i} = 2\pi.\frac{t}{T} = \frac{\pi}{4}$ rad.

2.1 Courbe de résonance.

2.2 N_0 = 120 Ω ; I_0 = 0,20 A.

2.3 $R = \frac{U_m}{I_0\sqrt{2}} = 14\ \Omega$; $C = \frac{1}{L.4\pi^2N^2} = 1{,}8.\ 10^{-5}$ F.

3.1 Le facteur de qualité caractérise l'acuité de la résonance.

3.2 N_2 = 132 Hz ; N_1 = 108 Hz alors ΔN = 24 Hz.

3.3 $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = 5$. Il y a surtension aux bornes du condensateur et de la bobine.

CORRIGE ENONCE RLC 06

1.1 La tension u(t) : voie y_1 au point H ; $u_R(t)$: voie y_2 au point F et la borne de masse au point E.

1.2 Equation différentielle $u(t) = (R + r).\ i + L.\ \frac{dt}{dt} + \frac{1}{C}.\int i.\ dt$. La tension maximale U_m est toujours supérieure à la tension maximale aux bornes du conducteur ohmique, alors la courbe 2 correspond à u(t).

1.3 Impédance $Z = \frac{R.U_m}{U_{Rm}} = 150\ \Omega$.

2.1 Un circuit RLC est inductif lorsque $\varphi > 0$.

2.2 $\varphi_{u/i} = 2\pi\frac{l}{L} = \frac{\pi}{4}$ rad.

2.3 $r = Z.\cos\varphi - R = 6{,}1\ \Omega$; $L = \frac{1}{\omega}[(R + r).\tan\varphi + \frac{1}{C\omega}] = 0{,}85$ H.

3.1 $P = \frac{U_m^2.(R+r)}{2[(R+r)^2+(L2\pi N-\frac{1}{C2\pi N})^2]}$.

3.2 $N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = 109$ Hz.

3.3 $P_2 = \frac{U_m^2}{2(R+r)} = 0{,}17$ W.

CHAPITRE 13 OPTIQUE GEOMETRIQUE : LES LENTILLES MINCES

L'essentiel du cours

- Distance focale image : $f' = \overline{OF'}$; distance focale objet : $f = \overline{OF}$.
- Formule de grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.
- Formule de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$.
- Vergence d'une lentille : $C = \frac{1}{\overline{OF'}}$; C en dioptrie (δ) et la distance focale en mètre (m).
- Vergence deux lentilles accolées : $C = C_1 + C_2$.
- $f' > 0$, lentille convergente ; $f' < 0$, lentille divergente.
- $\gamma > 0$, image droite ; $\gamma < 0$, image renversée.
- $\overline{OA'} < 0$ image virtuelle ; $\overline{OA'} > 0$, image réelle ; $\overline{OA} < 0$, objet réel ; $\overline{OA} > 0$, objet virtuel.

ENONCE OPTIQUE 01

Pour comprendre le fonctionnement de certains appareils photographiques, un groupe d'élèves décide de construire un système optique portant sur le principe de fonctionnement de ces appareils.

1. Le groupe dispose sur le banc d'optique, deux lentilles accolées L_1 et L_2. La lentille L_1 est convergente de distance focale $f_1' = 20$ cm et la lentille L_2 est divergente de distance focale $f_2' = -30$ cm.
   1.1 Définir une lentille convergente.
   1.2 Etablir la relation liant la distance focale f' du système accolé avec f_1' et f_2'.
   1.3 Déterminer la convergence du système accolé. Préciser la nature de la lentille équivalente.
2. Le groupe place devant le système accolé, à 40 cm, un objet AB de hauteur 1,0 cm.
   2.1 Donner la formule de conjugaison d'une lentille mince.
   2.2 Préciser les conditions d'obtention d'une image virtuelle à travers une lentille convergente.
   2.3 Déterminer les caractéristiques de l'image $A'B'$ de AB à travers le système accolé (position, grandissement, taille).

3. Le groupe maintient à leurs positions, la lentille L_1 et l'objet AB puis il écarte la lentille L_2 de 30 cm vers la droite.
   3.1 Définir le grandissement d'une lentille.
   3.2 Montrer que la position de l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à L_1 est telle que $\overline{O_1A_1} = 2.\overline{O_1F_1'}$.
   3.3 Construire l'image A_1B_1 de AB par rapport à L_1 et l'image définitive A_2B_2 à travers le système optique. Conclure sur le principe de fonctionnement des objectifs d'appareils photographiques.

ENONCE OPTIQUE 02

La lentille équivalente à l'association de deux lentilles minces convergentes est une lentille plus convergente que les deux lentilles accolées.

Sur ce principe, on désire déterminer la distance focale et la nature d'une lentille inconnue.

1. Une lentille convergente L_1 de distance focale $f_1' = 7,5$ cm, donne d'un objet réel AB de taille 1,0 cm, situé à 10 cm devant le centre optique O_1, une image A_1B_1.
   1.1 Donner les conditions de Gauss.
   1.2 Exprimer la taille de l'image A_1B_1 en fonction des mesures algébriques AB, O_1A et O_1A_1.
   1.3 Calculer la position et la taille de l'image A_1B_1.
2. On accole à la lentille L_1 une lentille L_2 de distance focale inconnue. Le système ainsi obtenu donne de l'objet AB, toujours situé à 10 cm, une image réelle et renversée $A'B'$, de même taille que l'objet AB.
   2.1 Donner la formule de conjugaison pour ce système optique.
   2.2 Montrer que $\overline{OF'} = -\frac{\overline{OA}}{2}$.
   2.3 Calculer la distance focale f' du système accolé.
3. Caractéristiques de la lentille inconnue.
   3.1 Enoncer la marche de deux rayons particuliers permettant de construire l'image d'un objet à travers une lentille convergente.
   3.2 Etablir la relation entre f_1', f_2' et f'.
   3.3 Déterminer la distance focale f_2' et sa nature.

ENONCE OPTIQUE 03

Un système optique est construit sous le mode de fonctionnement d'un microscope électronique qui a pour objectif d'augmenter la taille des objets observés. Le laborantin démonte deux lentilles du microscope et décide de vérifier par lui-même les propriétés de ces lentilles.

1. Le microscope comprend :
- Un objectif : lentille convergente L_1 de distance focale f_1', de centre optique O_1 ;
- Un oculaire : lentille convergente L_2 de distance focale $f_2' = 3,0$ cm, de centre optique O_2. On place un objet AB de hauteur 1,0 cm perpendiculairement à l'axe optique à la distance de 4,0 cm de la lentille L_1. Le point A étant situé sur l'axe optique.
   1.1. Donner la signification des mesures algébriques $\overline{O_1A}$, $\overline{O_1A_1}$ et $\overline{O_1F'}$.
   1.2. Montrer que $\overline{O_1A_1} = -\overline{O_1A}$ sachant que la lentille L_1 donne de l'objet AB une image A_1B_1 réelle renversée de même taille que AB.
   1.3. Calculer la distance focale f_1'.
2. La distance entre les deux centres optiques est $O_1O_2 = 5,5$ cm.
   2.1. Donner la condition pour que l'image A_1B_1 soit un objet réel pour la lentille L_2.
   2.2. Montrer que $\overline{O_2F_2'} = -2\overline{O_2A_1}$. Indiquer alors le lieu de formation de l'image $A'B'$.
   2.3. Calculer le grandissement du système.

3. Construction de l'image définitive.
   3.1 Donner la nature de l'image définitive (renversée ou droite).
   3.2 Justifier que l'image définitive est virtuelle.
   3.3 Construire l'image définitive $A'B'$.

ENONCE OPTIQUE 04

Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux lentilles L_1 et L_2 sont mises à la disposition de chaque groupe d'élèves. La bague de la lentille L_1 porte l'indication + 8,00 δ.

1. Les rideaux de la salle étant tirés ≪ pour faire l'obscurité ≫, un élève écarte un coin du rideau et applique la lentille L_1 contre la vitre pour obtenir l'image d'un cartable situé à environ 200 cm à l'extérieur de la salle.

1.1 Définir une lentille convergente.

1.2 Déterminer la distance focale de la lentille L_1.

1.3 Déterminer la distance approximative où un élève doit placer une feuille de papier pour obtenir l'image cherchée.

2. Pour une détermination plus précise de la distance focale de la lentille L_1, chaque groupe d'élèves dispose d'un banc d'optique avec un écran, un support de lentilles mobiles et un objet lumineux AB, plan et perpendiculaire à l'axe optique principal, A étant sur l'axe. La distance entre l'objet et l'écran étant 116 cm, on obtient une image nette sur l'écran pour une distance entre l'objet et la lentille égale à 14,5 cm.

2.1 Définir la distance focale.

2.2 Montrer que la distance entre l'écran et la lentille est égale à 101,5 cm.

2.3 Déterminer la distance focale de la lentille L_1. Comparer à la valeur donnée par le constructeur.

3. Un groupe d'élèves accole une lentille L_1 de distance focale $f_1' = 13$ cm à la lentille L_2 inconnue. Le système accolé donne de l'objet AB placé à 15 cm une image virtuelle située à – 40 cm du système accolé.

3.1 Donner le principe des lentilles accolées.

3.2 Donner la relation entre la vergence équivalente du système C, C_1 et C_2.

3.3 Déterminer la nature de la lentille L_2.

ENONCE OPTIQUE 05

Un élève envisage déterminer les caractéristiques d'un verre optique découvert abandonné au laboratoire de physique. Il procède par plusieurs expériences.

1. Le verre donne d'un objet réel, une image réelle renversée sur un écran. L'image est trois fois plus grande que l'objet. Il déplace le verre en la rapprochant peu à peu de l'écran d'une distance d = 40 cm, alors il se forme à nouveau une image nette sur l'écran mais de taille trois fois plus petite que l'objet.
   1.1. Définir une lentille convergente.
   1.2. Montrer que $\overline{O_1A'} = -3\overline{O_1A}$.
   1.3. Déterminer la mesure algébrique $\overline{O_1A}$.
2. Détermination de la distance focale.
   2.1. Rappeler la formule de conjugaison.
   2.2. Exprimer la distance focale image en fonction de $\overline{O_1A}$.
   2.3. Calculer la distance focale f' de la lentille.
3. Détermination de la vergence de la lentille.
   3.1 Définir la vergence d'une lentille.
   3.2 Donner la nature de cette lentille.
   3.3 Calculer la vergence C de la lentille.

ENONCE OPTIQUE 06

Les procédés actuels de reprographie nécessitent la formation de l'image du document sur une surface photosensible par l'intermédiaire d'un objectif (lentille) de reproduction. On désire reproduire un document de format A_4 en A_4 ou A_4 en A_3 ou bien A_4 en A_5. On réalise alors différents tirages à l'aide d'un objectif formé d'un système à plusieurs lentilles minces en modifiant les positions respectives des lentilles à l'intérieur de ce système.

1. La distance entre le document et le récepteur photosensible est D = 384 mm et l'on positionne une première lentille mince divergente L_1, de distance focale image f'_1 = - 90 mm, à la distance d = 180 mm du récepteur. On constate que le document n'est pas tiré (figure 1), on ajoute alors une lentille L' devant la lentille L_1 à la distance d = 180 mm du document, centré sur le même axe que L_1 (figure 2).
   1.1 Donner la raison pour laquelle le document n'est pas tiré lorsqu'on utilise la lentille L_1 seul.
   1.2 Préciser alors la nature de la lentille L'.
   1.3 Déterminer la distance focale de la lentille L' pour obtenir une image réelle du document sur le récepteur.
2. Détermination du type de tirage.
   2.1 Définir le grandissement d'une lentille.
   2.2 Exprimer le grandissement de la lentille L' en fonction des données.
   2.3 Démontrer que le type de tirage effectué est celui du A_4 en A_4.
3. En fait la lentille L' est constituée de deux lentilles accolées L_2 et L_3. L_2 est identique à la lentille L_1.
   3.1 Définir la distance focale image d'une lentille.
   3.2 Exprimer la distance focale f' en fonction de f'_1 et f'_3.
   3.3 Déterminer la distance focale f'_3. Donner la nature de cette lentille.

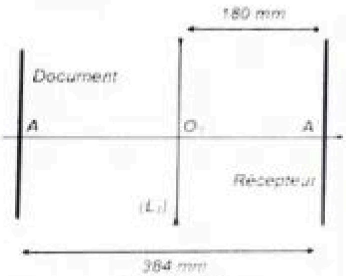


Figure (1)

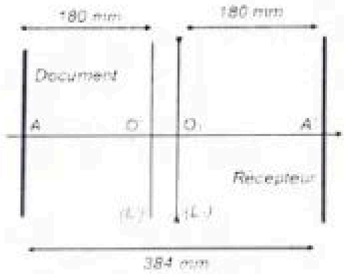


Figure (2)

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 13 : LES LENTILLES MINCES

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 01

1.1 Lentille à bords mince.

1.2 $C = C_1 + C_2$ d'où $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$.

1.3 C = 1,7 δ.

2.1 Formule de conjugaison $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$.

2.2 $\overline{OA} < \overline{OF}$.

2.3 À partir de la formule de conjugaison, $\overline{OA'}$ = -124 cm ; grandissement : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 3{,}1$; taille : $\overline{A'B'}$ = 3,1 cm.

3.1 Coefficient de proportionnalité entre la taille de l'image et la taille de l'objet.

O_1A_1 O_1F_1 O_1A

3.3 Objectif : obtenir les images plus grandes que l'objet ; construction A_2B_2 image réelle.

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 02

1.1. La lentille est diaphragmée et les rayons lumineux traverse la lentille au voisinage de sa région centrale.

1.2. $\overline{A_1B_1} = \overline{AB}.\frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$.

1.3. $\overline{O_1A_1} = 30$ cm ; $\overline{A_1B_1} = -3{,}0$ cm.

2.1 $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$.

2.2 Ã partir de la formule du grandissement $\gamma = -1 = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ et la formule de conjugaison.

2.3 $\overline{OF'} = 5{,}0$ cm.

3.1 – Le rayon lumineux incident passant par le centre optique ne subit aucune déviation ; - le rayon lumineux incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer principal image.

3.2 Relation : $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'}$.

3.3 Distance focale : $f_2' = 15$ cm ; lentille convergente.

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 03

1.1. $\overline{O_1A}$: position de l'objet par rapport à la lentille

$\overline{O_1A_1}$: position de l'image par rapport à la lentille

$\overline{O_1F_1'}$: distance focale image.

1.2. Utiliser le grandissement γ_1 et la formule de conjugaison.

1.3. $\overline{O_1F_1'} = 2{,}0$ cm.

2.1. $\overline{O_1A_1} < 0$.

2.2. $\overline{O_2A_1} = -\overline{O_1O_2} + \overline{O_1A_1}$ l'image se forme sur le foyer objet de la lentille L_2.

2.3. $\gamma = -2$.

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 04

1.1 Lentille à bords minces.

1.2 Distance focale $f_1' = \frac{1}{C_1} = 12{,}5$ cm.

1.3 Position de l'mage : $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = 13{,}3$ cm.

2.1 Distance entre le centre optique et le foyer image.

2.2 $OA' = AA'$ - AO = 116 cm – 14,5 cm = 101,5 cm.

2.3 Distance focale de la lentille L_1 : $\overline{OF_1'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}} = 12{,}7$ cm. Valeur expérimentale ≈ à la valeur donnée par le constructeur.

3.1 La lentille équivalente à l'association de deux lentilles accolées est égale à la somme de vergences de deux lentilles.

3.2 Relation : C = C_1 + C_2.

3.3 Nature de la lentille L_2 : $\overline{OF'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$ = 24 cm soit C = 4,2 δ d'où C_2 = C - C_1 = 4,2 – 7,7 = - 3,5

δ.la lentille L_2 est divergente.

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 05

1.1 Une lentille est dite convergente lorsque ses bords sont minces.

1.2 À partir de $\gamma = -3 = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}}$.

1.3 $\gamma = -\frac{1}{3} = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A}} = \frac{\overline{O_2O_1} + \overline{O_1A'}}{\overline{O_2O_1} + \overline{O_1A}}$; $\overline{O_2O_1}$ = - d ; $\overline{O_1A}$ = - 20 cm.

2.1. $\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{\overline{O_1F'}}$.

2.2 $\overline{O_1F_1'} = -\frac{3}{4}.\overline{O_1A}$.

2.3 $\overline{O_1F_1'}$ = 15 cm.

3.1 La vergence d'une lentille est égale à l'inverse de sa distance focale.

3.2 Lentille convergente.

3.3 C = 6,7 δ.

CORRIGE ENONCE OPTIQUE 06

1.1 Car une lentille divergente donne des images virtuelles.

1.2 La lentille L' est une lentille convergente.

1.3 $\overline{OF'} = \frac{\overline{OA'}.\overline{OA}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$ = 96 mm.

2.1 Coefficient de proportionnalité entre la position de l'image et la position de l'objet.

2.2 $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$.

2.3 $\gamma \approx -1$, l'image du document est réelle et de même taille que le document initial.

3.1 Distance entre le centre optique et le foyer principal image.

3.2 $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_3'}$.

3.3 f_3' = 46 mm. Lentille convergente.

CHAPITRE 14 : NIVEAUX D'ENERGIE DES ATOMES

L'essentiel du cours

- Longueur d'onde d'un photon : $\lambda = \frac{C}{\nu}$; λ en mètre, C en m/s et ν en Hz.
- Energie d'un photon : E = h. ν avec h = 6,63. 10^{-34} S. I. et E en Joules (J).
- Transition électronique avec émission ou absorption d'un photon : E = E_n - E_p = h. $\nu_{n,p}$.

- Energie des niveaux de l'atome d'hydrogène : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$; n appartenant à N, avec $E_0 = 2,18.10^{-18}$ J = 13,6 eV.
- $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$: $R_H = 1,097.\ 10^7\ m^{-1}$: constante de Rydberg.

ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 01

Données : Constante de Planck : h = $6,63.10^{-34}$J.S ; C = $3,00.10^8$ m/s ; 1 eV = $1,6.10^{-19}$J.

Au cours d'une transition électronique, un atome ou électron passe d'un niveau d'énergie à un autre en absorbant ou en émettant un photon.

1. L'ion hélium H_e^+ ne possède qu'un électron. Ses niveaux d'énergie sont donnés par la relation $E_n = -\frac{k}{n^2}$ où n est un nombre entier positif et k une constante positive.

On considère la transition électronique du niveau n au niveau d'énergie p. (p < n).

1.1. Nommer la transition correspondante (absorption ou émission).
1.2. Montrer que la longueur d'onde de la transition correspondante est donnée par la relation : $\frac{1}{\lambda} = R_{H_e^+}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$. On explicitera la constante $R_{H_e^+}$.
1.3. Déterminer la constante $R_{H_e^+}$ sachant que la longueur d'onde du photon correspondant à la transition du niveau 4 au niveau3 est égale à 469 nm.
2. Détermination de l'énergie d'ionisation.
2.1. Définir l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.
2.2. Montrer que pour l'ion H_e^+, l'énergie E_n peut s'écrire : $E_n = -\frac{54,5}{n^2}$ (exprimée en eV).
2.3. Calculer l'énergie d'ionisation de l'ion H_e^+.
3. On se place dans la série de Lyman (transition du niveau n au niveau p = 1) de l'ion Hélium.
3.1 Définir la longue d'onde de transition électronique.
3.2 Préciser le niveau de stabilité de l'ion Hélium.
3.3 Déterminer la longueur d'onde la plus courte de transition de l'ion Hélium de la série de Lyman.

ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 02

Données : h = $6,63.10^{-34}$J.S ; C = $3,00.10^8$ m/s ; E_O = 13,6 ev ; m = $9,1.10^{-31}$kg.

1. Un ion hydrogénoïde est un ion ayant la même structure électronique que l'atome d'hydrogène ; c'est-à-dire possède un seul électron gravitant autour du noyau. C'est le cas des ions hélium H_e^+ et lithium Li^{2+}.

Un électron unique gravitant autour d'un noyau de numéro atomique Z sur le niveau n possède l'énergie $E_n = -\frac{E_O.Z^2}{n^2}$. L'électron passe d'un niveau E_n à un niveau inférieur E_p.

1.1. Donner la justification au cas où il y a absorption ou émission d'un photon.
1.2. Montrer que l'on peut exprimer la longueur d'onde de la radiation correspondante par : $\lambda_{(n,p)} = \frac{1}{R}(\frac{n^2.p^2}{n^2 - p^2})$ où R est une constante de Rydberg à exprimer en fonction de E_O, Z, h et C.
1.3. Calculer cette constante dans les cas suivants : atome H : R = R_1

Ion He^+ : R = R_2

Ion Li^{2+} : R = R_3

2. On considère la série de Balmer dans le spectre atomique de l'hydrogène.

Il s'agit de l'ensemble des raies correspondant à des transitions décroissantes qui ramènent l'atome d'hydrogène d'un niveau excité au niveau p = 2.

2.1. Nommer le type de raies concernées.

2.2. Montrer que la longueur d'onde de radiation du niveau n vers le niveau p = 2 est : $\lambda = \frac{4h.C}{E_O}.\frac{n^2}{n^2-4}$.

2.3. Calculer l'écart entre la plus grande et la plus courte des longueurs d'onde de cette série.

3. L'atome d'hydrogène effectue une transition électronique d'un niveau n à un niveau p = 2 en émettant un photon de longueur d'onde λ = 434,66 nm dans la série de Balmer.

3.1 Donner l'état fondamental de cette série de Balmer.

3.2 Justifier pourquoi l'énergie de l'atome d'hydrogène est quantifiée.

3.3 Déterminer la valeur n correspondant au niveau d'énergie initial de l'atome d'hydrogène.

ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 03

Données : h = $6,63.10^{-34}$ J.S ; C = $3,00.10^8$m/s ; e = $1,6.10^{-19}$ C.

1. En 1859, en collaboration avec R. Bunsen, G. Kirchhoff publie trois lois relatives à l'émission et à l'absorption de lumière par les gaz, les liquides et les solides.

Pour le cas de l'atome d'hydrogène, cette émission (ou absorption) de lumière correspond à des transitions électroniques entre niveaux d'énergie, l'énergie d'un niveau étant donnée par la relation $E_n = -\frac{E_O}{n^2}$ avec E_O = 13,6 ev et n est le nombre quantique principal.

1.1. Donner, pour l'atome d'hydrogène, le niveau de plus basse énergie.

1.2. Exprimer en fonction de E_O, h, n et p, la fréquence des radiations émises par l'atome d'hydrogène lorsqu'il passe d'un état excité p à un état de niveau n < p.

1.3. Calculer cette fréquence pour une transition de niveau p = 3 au niveau n = 2.

2. Dans une série de raies, la raie ayant la plus grande fréquence dans le vide est appelée raie limite et sa fréquence est appelée fréquence limite.

2.1. La grande longueur d'onde correspond t- elle à la plus courte transition ou à la plus longue transition ?

2.2. Montrer que pour l'atome d'hydrogène, la fréquence limite d'une série de raies est : $\nu_{lim} = \frac{E_O}{h.n^2}$.

2.3. Calculer la fréquence limite pour chacune des séries suivantes : Lyman n = 1, Balmer n = 2 et Paschen n = 3.

3. On se propose de déterminer l'énergie limite correspondant à la série de raie de Balmer.

3.1 Définir la spectroscopie.

3.2 Exprimer l'énergie limite E_{lim} en fonction de h et ν_{lim}.

3.3 Calculer l'énergie limite correspondante à la fréquence limite.

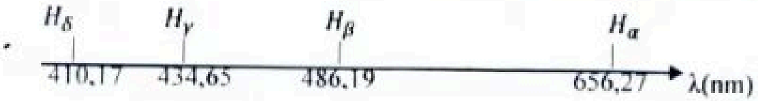
ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 04

Données : e = $1,60.10^{-19}$ C ; h = $6.63.10^{-34}$ J.S ; C = $3,00.10^8$m/s ; 1 ev = $1,60.10^{-19}$J.

1. Le spectre de l'atome d'hydrogène est obtenu par décharge électrique dans un tube contenant du dihydrogène sous faible pression. Deux électrodes situées à chaque extrémité du tube permettent d'appliquer une différence de potentiel.

Lorsque les paramètres (différence de potentiel, température, pression) sont correctement fixés, on observe l'émission de lumière dont l'analyse est faite à l'aide d'un spectroscope.

Le spectre obtenu est constitué, dans sa partie visible, de quatre raies notées H_α, H_β, H_γ et H_δ.



1.1. Restituer à chaque radiation sa couleur sachant que les couleurs des raies émises sont : bleue, indigo, rouge et violette.

1.2. Montrer que la longueur d'onde de radiation d'un niveau supérieur n vers un niveau inférieur p = 2 est : $\lambda = \lambda_O.\frac{n^2}{n^2-4}$.

1.3. Déterminer la valeur de λ_O.

2. Les niveaux d'énergie quantifiées de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{E_O}{n^2}$ (ev) avec $E_O = 13{,}6$.

2.1. Donner la signification du terme : niveau d'énergie quantifiée.

2.2. Etablir l'expression de l'énergie cinétique minimale d'un électron projectile capable de provoquer par choc l'excitation d'un atome d'hydrogène de son état fondamental à son deuxième état excité.

2.3. Calculer cette énergie cinétique.

3. Un atome d'hydrogène ionisé, capte un électron possédant de l'énergie cinétique en émettant un photon d'énergie minimale E_i et revient à son état fondamental. L'énergie totale de radiation vaut $E_T = 14{,}4$ eV.

3.1 Donner la valeur de l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

3.2 Exprimer l'énergie totale en fonction de E_i et E_C.

3.3 Calculer l'énergie cinétique de l'électron.

ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 05

Données : C = $3{,}00.10^8$m/s ; h = $6{,}63.10^{-34}$J.S.

1. On peut attribuer aux niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène les valeurs : $E_n = -\frac{2{,}18.10^{-18}}{n^2}$, n, étant un nombre entier positif et E_n est mesurée en Joule.

On considère la série des raies correspondant à des transitions qui ramènent l'atome d'hydrogène d'un niveau excité n à un niveau inférieur p.

1.1. Nommer ce type de spectre (absorption ou émission).

1.2. Montrer que pour les fréquences ν_{3-1}, ν_{3-2} et ν_{2-1} des radiations émises lors des transitions électroniques du niveau 3 à 1, niveau 2 à 1 et du niveau 3 au niveau 2, on peut établir la relation : $\nu_{3-1} = \nu_{2-1} + \nu_{3-2}$.

1.3. Calculer la valeur numérique de la fréquence ν_{3-1} lorsque $\nu_{2-1} = 2{,}47.10^{15}$ Hz et $\nu_{3-2} = 4{,}56.10^{14}$ Hz.

2. Pour une transition de fréquence $\nu_{n,p}$ correspond une longueur d'onde $\lambda_{n,p}$.

2.1. Donner la plus grande longueur d'onde parmi λ_{2-1} et λ_{3-1}. Justifier.

2.2. Etablir à partir de la relation 1.2) une relation entre λ_{2-1}, λ_{3-1} et λ_{3-2}.

2.3. Calculer la longueur d'onde de transition du niveau n = 3 au niveau p = 1.

3. On considère la transition électronique de l'atome d'hydrogène du niveau n = 3 au niveau p = 2, de fréquence $\nu_{3-2} = 4{,}56.10^{14}$ Hz.

3.1 Définir une transition électronique.

3.2 Montrer que h = $\frac{5E_0}{36\,\nu_{3,2}}$.

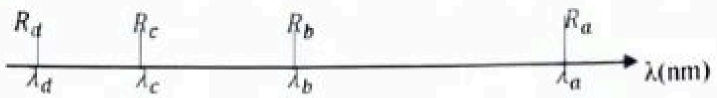
3.3 Calculer la longueur d'onde de radiation λ_{3-2}.

ENONCE NIVEAU ENERGIE ATOMES 06

Données : h = $6{,}63.10^{-34}$J.S ; C = $3{,}00.10^{8}$m/s ; 1 ev = $1{,}60.10^{-19}$J.

Longueur d'onde du spectre visible : 400 nm ≤ λ ≤ 750 nm.

1. Sur la figure ci-dessous, on a représenté le spectre de l'atome d'hydrogène dans sa partie visible constitué de quatre raies notées R_a, R_b, R_c et R_d ; de longueurs d'onde respectives dans le vide : λ_a = 658,08 nm, λ_b, λ_c et λ_d= 411,30 nm.



L'énergie, exprimée en e v, d'un niveau n d'énergie de l'atome d'hydrogène, est $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ où n est un entier naturel non nul.

Lorsque les atomes d'hydrogène, préalablement excités, passent d'un état d'énergie caractérisé par n > 2 à l'état d'énergie n = 2, ils restituent de l'énergie en émettant des photons correspondant à des radiations de longueur d'onde λ_n.

1.1. Nommer l'état de stabilité de l'atome d'hydrogène.

1.2. Montrer que la longueur d'onde satisfait à la relation : $\lambda_n = 365{,}6.\frac{n^2}{n^2-4}$ (nm).

1.3. Calculer λ_b et λ_c en précisant les valeurs possibles de n correspondantes aux raies.

2. On considère l'émission d'une raie R_f qui correspond au passage de l'atome d'hydrogène du niveau n = 2 au niveau n = 1.

2.1. Donner l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

2.2. Etablir l'expression donnant la longueur d'onde λ_f en fonction de n, en utilisant la relation de la question 1.2.

2.3. Calculer cette longueur d'onde.

3. Suite à une excitation, l'atome d'hydrogène subit une radiation le faisant passer du niveau n inconnu à un niveau n = 2, de longueur d'onde λ_d.

3.1 Définir une transition électronique.

3.2 Préciser si dans le cas de l'atome d'hydrogène, cette transition entraine une perte ou un gain d'énergie ?

3.3 Déterminer la valeur n, niveau d'énergie initial de l'atome d'hydrogène.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 14 : NIVEAUX D'ENERGIE DES ATOMES

CORRIGE ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 01

1.1. Emission d'un photon.

1.2. À partir de E = E_n - E_p = h$\frac{C}{\lambda}$; $R_{H_e^+} = \frac{k}{h.C}$.

1.3. $R_{H_e^+}$ = $4{,}39.10^{7}m^{-1}$.

2.1 Energie minimale qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène dans l'état fondamental pour lui arracher son électron.

2.2. Constante de Planck k = $R_{H_e^+}$.h.C ; k = 8,71.10^{-18}J = 54,4 ev.

2.3. $E_i(He^+)$ = 54,4 ev.

3.1 Distance parcourue par l'onde pendant une période d'oscillation.

3.2 Le niveau de stabilité est le niveau n = 1 d'énergie E_1 = 54,5 eV.

3.3 Longueur d'onde la plus courte p = 1 et n = ∞ ; $\lambda = \frac{h.C}{k}$ = 22,8 n. m.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 02

1.1 Il y a émission d'un photon car l'électron passe d'un niveau d'énergie supérieure à un niveau d'énergie inférieure. Il y a perte d'énergie.

1.2 À partir de $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = \frac{E_0.Z^2}{h.C}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$; $R_H = \frac{E_0.Z^2}{h.C}$.

1.3. $R_1 = 1{,}097.10^7\ m^{-1}$; $R_2 = 4{,}38.10^7 m^{-1}$; $R_3 = 9{,}85.10^7 m^{-1}$.

2.1. Raies d'émission.

2.2 Avec p^2 = 4 et Z = 1 ; $\lambda = \frac{4.h.C}{E_0}.\frac{n^2}{n^2-4}$.

2.3. La plus longue $\lambda_{3-2} = 6{,}58.10^{-7}$m ; la plus courte $\lambda_{\infty-2} = 3{,}66.10^{-7}$m ;
$\Delta\lambda = \lambda_{3-2} - \lambda_{\infty-2} = 2{,}92.10^{-7}$m.

3.1 Etat fondamental p = 2.

3.2 Elle ne peut prendre que certaines valeurs bien déterminées.

3.3 Valeur de $n = \frac{2}{\sqrt{1-\frac{4.h.C}{\lambda.E_0}}} = 5$.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 03

1.1. Niveau de plus basse énergie n = 1.

1.2. $\nu_{p,n} = \frac{E_0}{h}(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2})$.

1.3. $\nu_{3,2} = 4{,}56.10^{14}$Hz.

1.1. La plus courte transition.

1.2. Raie limite est la transition p = ∞ vers n ; $\nu_{lim} = \frac{E_0}{h}.\frac{1}{n^2}$.

2.2 ν_{lim}(Lyman) = 8,21.10^{14} Hz ; ν_{lim}(Balmer) = 3,65.10^{14}Hz ; ν_{lim}(Paschen) = 2,05.10^{14}Hz.

3.1 Etude et interprétation des spectres de rayonnements.

3.1 E_{lim} = h. ν_{lim}.

3.2 E_{lim} = 1,51 eV.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 04

1.1. H_δ → Violet ; H_γ → indigo ; H_β → bleue ; H_α → rouge.

1.2. À partir de $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$.

1.3. $\lambda_O = \frac{4h.C}{E_O}$; $\lambda_O = 3{,}65{,}6.10^{-7}$m.

2.1. À chaque niveau correspond une énergie bien déterminée.

2.2. $E_C + E_1 = E_2$.

2.3. $E_C = E_2 - E_1 = 10{,}2$ eV.

3.1 Energie d'ionisation $E_i = 13{,}6$ eV.

3.2 $E_T = E_C + E_i$.

3.3 $E_C = E_T - E_i = 0{,}80$ eV.

ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 05

1.1. Spectre d'émission.

1.2. $\nu_{3,1} = \nu_{3,2} + \nu_{2,1}$.

1.3 $\nu_{3,1} = 2{,}93.10^{15}$Hz.

2.1. La plus grande longueur d'onde est $\lambda_{2,1}$ car au cours de cette transition l'énergie émise est faible.

2.2 $\frac{1}{\lambda_{3,1}} = \frac{1}{\lambda_{3,2}} + \frac{1}{\lambda_{2,1}}$.

2.3. $\lambda_{3-1} = 102{,}4$ nm.

3.1 C'est le passage d'un atome d'un niveau d'énergie à un autre niveau d'énergie.

3.2 À partir de $\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{E_0}{h}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$.

3.3 $h = 6{,}63.\ 10^{-34}$.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX ENERGIE ATOMES 06

1.1. Etat fondamental n = 1.

1.2. À partir de $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$.

1.3 λ_a(n = 3): λ_d(n= 6) ; λ_b(n = 4) = 487,5 nm ; λ_C(n = 5) =435,24 nm.

2.1. $E_i = 13{,}6$ ev.

2.2. $\lambda_f = 365{,}6.\frac{n^2}{n^2-1}$.

2.3. $\lambda_f = 487{,}5$ nm.

3.1 C'est le passage d'un atome d'un niveau d'énergie à un autre niveau d'énergie.

3.2 Il y a perte d'énergie.

3.3 $n = \frac{2}{\sqrt{1-\frac{365{,}6}{\lambda_d}}} = 6$.

CHAPITRE 15 : NOYAU ATOMIQUE. RADIOACTIVITE

L'essentiel du cours

- *Nombre de neutron : $N = A - Z$.*
- *Représentation d'un nucléide : ${}^A_ZX$.*
- *Charge d'un électron : $e = 1{,}6.\ 10^{-19}$ C.*

- *Unité de masse atomique : 1 u = 1,66. 10^{-27} kg = 931,5 MeV/C^2.*
- *Défaut de masse d'un atome : $\Delta m = [Z.\ m_p + (A - Z).\ m_n] - m$.*
- *Relation d'Einstein : $E = m.\ C^2$.*
- *Energie de liaison d'un atome : $E_l = \Delta m.\ C^2$; Energie de liaison par nucléon : $E = \frac{E_l}{A}$.*
- *Lois de désintégration radioactive (lois de Soddy) : conservation du nombre de nucléons, conservation de la charge électrique.*
- *Radioactivité α : ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$.*
- *Radioactivité β^- : ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}_{Z+1}^{A}Y + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$.*
- *Radioactivité β^+ : ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{0}_{+1}e + {}_{Z-1}^{A}Y + {}^{0}_{0}\nu$: les radioactivité γ accompagne les radioactivités α, β^-, β^+.*
- *Loi de décroissance radioactive : $N = N_0.\ e^{-\lambda t}$, soit $m = m_0.\ e^{-\lambda t}$.*
- *Période radioactive : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.*
- *Activité d'une source : $A = \lambda.\ N = A_0.\ e^{-\lambda t}$.*

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 01

1. Un échantillon de césium 137 est utilisé en travaux pratiques pour des séries de comptage. Sa demi-vie vaut 30,2 ans.
   1.1. Définir la radioactivité.
   1.2. Donner l'expression de la constante radioactive.
   1.3. Calculer la constante radioactive du césium.
2. Soit A_O, l'activité du césium à t = os. La séance des travaux pratiques dure 2 h. On note Δt cette durée.
   2.1. Donner l'expression de l'activité en fonction de A_O, λ et t.
   2.2. Montrer que $\frac{A(t)}{A(t+\Delta t)} = e^{\lambda \Delta t}$.
   2.3. Calculer ce rapport. Les élèves peuvent-ils observer la décroissance radioactive de cet échantillon lors de la séance ?
3. On diminue l'activité initiale de cet échantillon de 10 %.
   3.1. Donner l'unité de mesure de l'activité d'une source radioactive.
   3.2. Montrer que la durée qui doit s'écouler lors de la diminution est : $\Delta t' = \frac{1}{\lambda}\ln(\frac{100}{90})$.
   3.3. Calculer la durée $\Delta t'$.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 02

Données : 1u = $1{,}66.10^{-27}$kg = 931,5 Mev/C^2 ; C = $3{,}00.10^8$ m/s ; N = $6{,}02.10^{23} mol^{-1}$.

Nucléide X	Hg (z = 80)	Pb (z = 82)	Bi (z = 83)	Po (z = 84)	α
Masse de X	203,9735u	205,9745u	208,9804u	209,9829u	4,0026u

1. L'uranium U (A = 238 ; z = 92) se désintègre avec ses descendants en émettant des particules α ou β^-.
   1.1. Définir un élément chimique.
   1.2. Sachant que la désintégration de l'uranium aboutit au plomb Pb (z = 206), écrire les équations de désintégration de l'uranium en plomb, en fonction de x désintégrations de type α et y désintégration de type β^- en mettant en exergue le noyau fils intermédiaire Y.
   1.3. Déterminer les valeurs de x et y.
2. Le plomb 206 peut être obtenu par une désintégration α d'un noyau X avec une période T = 138 jours.

2.1. Définir les termes : isotopes et nucléons.
2.2. Ecrire l'équation bilan de cette désintégration en identifiant le noyau X dans le tableau ci-dessus.
2.3. Déterminer en MeV puis en joule, l'énergie libérée par la désintégration de X

3. On part d'un échantillon de 4,2 g de noyau X

3.1. Définir l'activité d'une source.
3.2. A partir de la loi de décroissance, montrer que $m(t) = m_0\, e^{-\lambda t}$
3.3. Déterminer la masse de cet échantillon qui se désintègre au bout de 552 jours.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 03

Données : ${}_{80}Hg$; ${}_{81}Tl$; ${}_{82}Pb$; ${}_{83}Bi$; ${}_{84}Po$; ${}_{85}At$; ${}_{86}Rn$; $V_m = 22{,}4$ L/mol ; $N_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$.

Certains nucléides instables comme le bismuth ${}^{212}_{83}Bi$ se désintègre en émettant des particules α et de l'énergie.

1.1 Définir un noyau radioactif.
1.2 Donner les lois de conservations radioactives.
1.3 Ecrire l'équation de désintégration radioactive du bismuth.

2. Soit une source radioactive contenant initialement 0,10 g de bismuth radioactif. Grâce à un compteur, on a montré qu'il produit à partir de l'instant initial, $4{,}484.10^{19}$ désintégrations en 15 minutes.

2.1 Définir la demi-vie ou période radioactive.
2.2 Déterminer le nombre de noyaux initiaux d'atomes de bismuth.
2.3 Déterminer la période radioactive du bismuth.

3. La particule α est émise dans les conditions normales de température et de pression.

3.1 Nommer la particule α.
3.2 Déterminer la quantité de matière de particule α émise.
3.3 Calculer le volume de particule α émise en 30 minutes.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 04 Exercice documentaire.

Le temps de demi-vie du carbone 14 est de l'ordre de 5570 ans. Il est continuellement produit dans la haute atmosphère grâce à des réactions nucléaires entre les noyaux des atomes d'azote 14 de l'air et des neutrons d'origine cosmique. Ces réactions maintiennent une teneur constante en carbone 14 dans l'atmosphère. Le carbone 14 formé réagit rapidement avec le dioxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone. Tous les organismes vivants échangent du dioxyde de carbone avec l'atmosphère par la respiration et l'alimentation. Ils fixent le carbone 14 dans leurs tissus jusqu'à leur mort, à une teneur égale à celle de l'atmosphère. Après la mort, l'absorption et le rejet du dioxyde de carbone s'arrêtent.

En 1983 fut découverte l'épave d'un drakkar dans la vase d'un port de Roskilde (à l'Ouest de Copenhague).

Pour valider l'hypothèse indiquant que ce navire est d'origine Viking, une datation au carbone 14 est réalisée sur un échantillon de bois prélevé sur sa coque. L'activité mesurée pour cet échantillon est de 12 désintégrations par minute et par gramme de carbone. Or l'activité pour 1,0 g de carbone participant au cycle de dioxyde de carbone de l'atmosphère est $A_0 = 13{,}6$ désintégrations par minute.

1.1. Définir l'activité d'une source radioactive.
1.2. Etablir le temps t en fonction de A(t), A_0 et λ.
1.3. Calculer le temps t ; l'âge de cet échantillon.

2. Le temps t correspond au temps écoulé entre la date de fabrication bateau et la date de découverte de l'épave.

2.1. Donner une autre unité de mesure de l'activité.

2.2. L'année Viking s'étend du 8^{eme} siècle au 11^{eme}. Etablir la relation permettant de retrouver la date de construction du bateau.

2.3. Calculer l'année de fabrication du bateau. L'hypothèse faite précédemment est-elle vérifiée ?

3. Exploitation du texte.

3.1 Relever dans le texte la phrase ou le groupe de mots qui montre que le carbone 14 est le noyau fils de l'azote.

3.2 Préciser le type de radioactivité qui fait passer de l'azote 14 au carbone 14.

3.3 Ecrire l'équation de désintégration radioactive qui transforme l'azote 14 au carbone 14.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 05

Données : m_e = 0,00055 u ; 1u = 931,5 Mev/C^2 ; C = 3,00.10^8m/s ; m(Cs) = 136,87692u ; m(Ba) = 136,87511u.

Extrait du tableau : $_{52}Te$; $_{53}I$; $_{54}Xe$; $_{55}Cs$; $_{56}Ba$.

1. 1.1. On dit que la radioactivité naturelle est un phénomène aléatoire, spontané et inéluctable. Donner la signification de des termes ci-dessus.
   1.2. Ecrire les équations bilan des réactions de désintégration de l'iode 131 et du césium 137.
   1.3. Calculer en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de césium.
2. A un instant t = 0s, deux riverains P_1 et P_2 boivent, respectivement, l'un un litre d'eau contaminé à l'iode 131 de concentration 100 Bq par litre et l'autre, un litre de lait de vache contaminé au césium 137 de concentration 0,22 Bq par litre.
   2.1. Donner la loi de la décroissance radioactive.
   2.2. Etablir la relation donnant N_O, le nombre de noyaux présents à t = 0s en fonction de A_O et T.
   2.3. Calculer le nombre de noyaux N_O de l'iode 131 dans le litre d'eau consommé par P_1 ainsi que le nombre de noyaux N_O de césium 137 dans le litre de lait consommé par P_2.
   3. On rappelle l'expression A(t) = λ N(t).
   3.1. Définir l'activité d'une source radioactive.
   3.2. Donner le sens de variation du nombre de noyaux radioactifs au cours d'une désintégration.
   3.3. Recopier puis compléter le tableau ci-dessous.

t	0	8 jours	1 an	30 ans
N(Iode)	1,0.10^8			
N (Césium)	3,0.10^8			

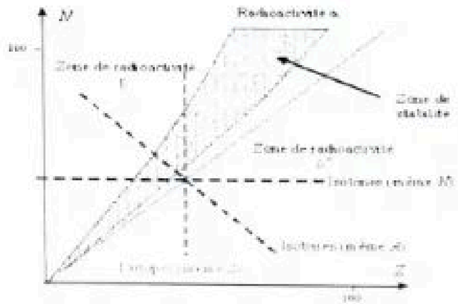
Lequel des deux riverains est plus menacé 1 an après l'ingestion ?

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVIT 06

Données : T($^{186}_{Z}Re$) = 3,7 J ; λ($^{186}_{Z}Re$) = λ_1 = 2,2.10^{-6} s^{-1} ; λ($^{32}_{15}P$) = λ_2 = 5,6.$10^{-7}s^{-1}$; m($^{32}_{15}P$) = 5,30803.10^{-26}kg ; m($^{32}_{16}S$) = 5,30763.10^{-26}kg ; m($^{0}_{-1}e$) = 9,1.10^{-31}kg ; C = 3,00.10^8m/s ; N_A = 6,02.$10^{23}mol^{-1}$; 1ev = 1,60.10^{-19}J.

1. La médecine nucléaire désigne l'ensemble des applications où des substances radioactives sont associées au diagnostic et à la thérapie. Depuis les années 1930, la médecine nucléaire progresse grâce à la découverte et à la maitrise de nouveaux isotopes. La radiothérapie vise à administrer un radiopharmaceutique dont les rayonnements ionisants sont destinés à traiter un organe cible dans un but curatif ou palliatif.

Ainsi on utilise du rhénium 186 dans le but de soulager la maladie rhumatoïde et du phosphore 32 pour réduire la production excessive de globules rouges dans la moelle osseuse.
Le Rhénium est un noyau radioactif β^-. Sur le diagramme (N ; Z) de la figure ci-dessous où N représente le nombre de neutron et Z le nombre de protons, la courbe tracée permet de situer la vallée de stabilité (V. S) des isotopes. Le point représentatif du noyau de rhénium 186 est placé au-dessus de cette courbe.



1.1. Nommer la particule émise lors d'une désintégration β^-.

1.2. Préciser, à partir du diagramme si cet isotope possède un excès de neutrons ou un excès de protons par rapport à un isotope stable du même élément.

1.3. Ecrire l'équation de désintégration du rhénium, sachant que le noyau fils est l'osmium ($^{A}_{76}Os$).

2. Le produit injectable se présente sous la forme d'une solution contenue dans un flacon de volume V_f = 10 mL ayant une activité A_0 = 3700 MBq à la date de calibration c'est-à-dire à la sortie du laboratoire pharmaceutique.

2.1 Définir l'activité d'une source radioactive.

2.2 Etablir l'expression donnant l'activité de la source en fonction de A_0, λ et t.

2.3 Calculer l'activité de l'échantillon contenu dans le flacon au bout de 3,7 Jours après la date de calibration.

3. L'injection en voie veineuse d'une solution contenant du phosphore 32 radioactif permet dans certains cas de traiter une production excessive de globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse.

Voici la carte d'identité du phosphore 32 :

Symbole	$^{32}_{15}P$
Type de radioactivité	β^-
Equation de désintégration	$^{32}_{15}P \rightarrow ^{32}_{16}S + ^{0}_{-1}e$
Demi-vie	14 jours

3.1. Donner la composition du noyau de phosphore.

3.2. Pour la très grande majorité d'entre eux, les noyaux fils obtenus lors de cette transformation ne sont pas dans un état excité. Préciser le type de rayonnement particulier auquel est exposé le patient.

3.3. Vérifier par calcul, la valeur approchée du temps de demi-vie proposée dans la carte d'identité ci-dessus.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 15 : NOYAU ATOMIQUE-RADIOACTIVITE

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 01

1.1. Transformation des noyaux atomiques en d'autres noyaux en émettant une particule α ou β et un rayonnement γ.

1.2. Constante radioactive $\lambda = \frac{ln2}{T}$.

1.3. $\lambda = 7{,}28.10^{-10} s^{-1}$.

1.1. $A(t) = A_O e^{-\lambda t}$.

1.2. Ã partir de $A\ (t + \Delta t) = A_0.e^{-\lambda(t+\Delta t)}$.

2.3. $\frac{A(t)}{A(t+\Delta t)} = 1$, oui.

3.1. Bq (Becquerel) = une désintégration par seconde.

3.2 $\Delta t' = \frac{1}{\lambda}.\ \ln\left(\frac{100}{90}\right)$.

3.3. $\Delta t' = 4{,}6$ ans.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 02

1.1 Ensemble des atomiques ayant même numéro atomique.

1.2 ${}^{238}_{92}U \longrightarrow x.{}^{4}_{2}He + {}^{206}_{76}Y$; ${}^{206}_{76}Y \longrightarrow y.{}^{0}_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb$.

1.1. 92 = 2x + 76 ; 76 = -y + 82 d'où x = 8 et y = 6.

2.1. Les isotopes d'un élément sont les nucléides caractérisés par le meme numéro atomique Z mais de masses différentes.

Nucléons = l'ensemble protons + neutrons.

2.2. ${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$.

2.3. $E = \Delta m.C^2 = [\ m(Po) - m(Pb) - m(He)].C^2$; $E = +\ 5{,}42\ Mev = +\ 8{,}67.10^{-13} J$.

1.1. C'est le nombre de désintégration par seconde.

1.2. Ã partir de $N = \frac{m.N_A}{M}$.

3.3 $m = m_0.\ e^{-\frac{ln2}{T}t} = 0{,}26$ g.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 03

1.1 C'est un noyau instable susceptible de se désintégrer spotanément.

1.2 Conservation du nombre de nucléon et conservation du nombre de charges.

1.3 Equation de désintégration : ${}^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{81}Tl$.

2.1 Temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont désintégrés.

2.2 Nombre de noyaux initiax : $N_0 = \frac{m}{M}.N_A = 2{,}84.10^{20}$.

2.3 Période radioactive : En 15 min on a $\frac{4{,}484.10^{19}}{N_0} = 0{,}16$ soit 16 % de N_0 désintégrations, alors le nombre de désintégrations est $n = N_0 - N_0.e^{-\lambda.t}$, soit $\lambda = -\frac{1}{t}.\ln(1 - \frac{n}{N_0})$, d'où $T = \frac{ln2}{\lambda} = 60{,}5$ mn.

3.1 La particule α est l'hélium.

3.2 Au bout de 30 mn N = $N_0e^{-\lambda.t}$ = $2,014.10^{20}$; le nombre de désintégrations = nombre d'atomes $n' = 2,84.10^{20} - 2,014.10^{20} = 8,257.10^{19}$ d'où n = $\frac{n'}{N}$ = $1,37.10^{-4}$ mol.

3.3 Volume dans les C.N.T.P : V = V_m.n = 3,07 cm^3.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 04

1.1 Nombre de désintégrations par seconde.

1.2. t = $\frac{1}{\lambda}\ln(\frac{A_0}{A})$.
1.3. t = 1006 ans.
2.1. Becquerel (Bq).
2.2. T = 1983 – t.
2.3. T = 977 ans, l'an 977 ; hypothèse vérifiée.
3.1 Il est continuellement produit dans la haute atmosphère grâce à des réactions nucléaires entre les noyaux des atomes d'azote 14 de l'air et des neutrons d'origine cosmique.
3.2 Radioactivité β^+.
3.3 Réaction : ${}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 05

1.1. Aléatoire = hasard ; Spontanée = naturellement ce qu'on ne peut éviter.
1.2. ${}^{131}_{53}I \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{131}_{54}Xe + \bar{\nu}$; ${}^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{137}_{56}Ba + \bar{\nu}$.
1.3. $E_{lib} = \Delta m.C^2 = [m(Cs) - m(Ba) - m(e)].C^2 = 1,17$ MeV.

2.1. N(t) = $N_O.e^{-\lambda t}$.

2.2. $N_O = \frac{T.A_O}{ln2}$.

2.3. N_O(I) = $4,6.10^{18}$ noyaux ; N_O(Cs) = $4,4.10^{18}$ noyaux.

3.1 Nombre de désintégration par seconde.

3.2. Le nombre de noyaux radioactifs diminue exponentiellement en fonction du temps..

3.3.

t	0	8 J	1 an	30 ans
N(I)	$1,0.10^8$	$5,0.10^7$	$2,0.10^{-6}$	0
N(Cs)	$3,0.10^8$	$3,0.10^8$	$2,9.10^8$	$1,5.10^8$

P_2 est menacé 1 an après.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 06

1.1 Electron.
1.2 Excès de neutrons car situé au-dessus du domaine de stabilité.
1.3 ${}^{186}_{75}Re \longrightarrow {}^{186}_{76}Os + {}^{0}_{-1}e$.
2.1 Nombre de désintégration par seconde.
2.2 A(t) = $A_0.e^{-\lambda t}$.
2.3 A(t) = $1,9.10^9$ Bq.

3.1. Composition du noyau : 15 protons et 17 neutrons.

3.2. Rayonnement γ.

3.3. $T = \frac{ln2}{\lambda_2}$; T = 14 jours.

CHAPITRE : 16 REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES (FISSION ET FUSION)

L'essentiel du cours

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 01

Données :

^A_ZX	$^{235}_{92}U$	$^{95}_{38}Sr$	$^{139}_{54}Xe$	n
Masse en u	234,9685	94,8886	138,8747	1,0087

1. Parmi les réactions de fission possibles pour le noyau de l'atome d'uranium 235 lorsqu'il absorbe un neutron, l'une donne naissance à un noyau d'atome de xénon, à un noyau d'atome de strontium et libère deux neutrons.
   1.1. Définir un nucléide fissile.
   1.2. Ecrire l'équation de réaction de fission.
   1.3. Déterminer l'énergie libérée en MeV par la fission de 1 kg d'uranium 235 sachant que 1 u = 931,5 MeV/C^2.
2. La réaction nucléaire de fission d'un atome d'uranium 235 produit une énergie totale de 183 MeV.
   2.1. Nommer la particule nécessaire à la réaction de fission nucléaire.
   2.2. Etablir l'expression donnant l'énergie totale libérée par 1 kg d'uranium 235 en fonction de n (nombre de fission) et E_{lib} (énergie libérée).
   2.3. Calculer le nombre de fissions produit au cours de la réaction nucléaire d'un atome d'uranium 235.
3. L'énergie libérée par 1 kg de fission d'uranium est E_{lib} = 4,69. 10^{26} MeV. Cette énergie sert à alimenter une lampe de pétrole. Une tonne de pétrole libère une énergie de 4,20. 10^{30} MeV.
   3.1 Définir une réaction de fission nucléaire.
   3.2 Donner l'intérêt d'une réaction de fission nucléaire.
   3.3 Déterminer la masse de pétrole nécessaire pour libérée l'énergie E_{lib}.

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 02

Données : m(^{235}U) = 3,9021711.10^{-25} kg ; m(^{139}Xe) = 2,3063121.10^{-25} kg ; m(^{94}X) = 1,5591564.10^{-25} kg ; m(n) = 1,67493.10^{-25} kg ; C = 299792458 m/s ; $_{37}Rb$; $_{38}Sr$; $_{39}Y$.

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le combustible nucléaire. Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraine un alternateur produisant de l'électricité. Cette transformation s'effectue selon l'équation :

$$^{235}_{02}U + ^1_0n \longrightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_ZX + k.^1_0n.$$

1.1 Définir une réaction de fission.
1.2 Préciser les lois de conservation qui régissent cette réaction de fission.
1.3 Déterminer le nombre k de neutrons libérés et le numéro atomique Z de l'élément qui sera identifié.

2. Perte de masse au cours de la fission.

2.1 Définir le défaut de masse d'un noyau atomique.

2.2 Exprimer le défaut de masse au cours de la réaction de fission.

2.3 Calculer le défaut de masse qui accompagne cette réaction de fission.

3. Energie libérée au cours de la fission.

3.1 Donner l'origine de l'énergie libérée par cette fission.

3.2 Expliquer pourquoi le défaut de masse calculer ci-dessus est négative.

3.3 Calculer l'énergie libérée par la fission de l'uranium 235.

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 03

1. Dans une pile, une des réactions courantes est la suivante :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{Z}Xe + x.^{1}_{0}n.$$

1.1. Définir la fission nucléaire.
1.2. Réécrire cette réaction en précisant les valeurs de Z et x.
1.3. Déterminer l'énergie libérée par la fission de 5,00 g d'uranium 235.
2. Evaluation de la masse de pétrole.
2.1. Définir un nucléide fertile.
2.2. Etablir l'expression littérale de la masse de pétrole libérant, par combustion, la même énergie que cette fission en fonction de E_{lib} et du pouvoir calorifique du pétrole.
2.3. Calculer la masse de pétrole.
3. L'énergie libérée par un noyau d'uranium participant à la fission est E = 13,1 MeV.

3.1 Définir un nucléide.

3.2 Justifier que l'uranium est un noyau fissile.

3.3 Déterminer l'énergie libérée par 5,0 g d'un noyau d'uranium 235 participant à la fission.

Données : m(U) = 235,04392u ; m(Sr) = 93,91536u ; m(Xe) = 139,91879u ; m (n) = 1,0086611u ; 1 u = 931,5 MeV/C^2 ; L_P = 42 M J.kg^{-1} ; N_A = 6,02.$10^{23}mol^{-1}$.

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 04

Données : m ($^{2}_{1}H$) = 2,01345 u ; m ($^{3}_{1}H$) = 3,01550 u ; m (n) = 1,00866 u ; m ($^{4}_{2}He$) = 4,00260 u ; 1 u = 1,66.10^{-27}kg ; N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}.

1. L'hydrogène est le constituant principal du soleil et des autres étoiles. Lorsque le centre de ces étoiles atteint une température de l'ordre 10^8 K, une réaction nucléaire se produit selon un processus bien défini. On se propose de déterminer l'énergie libérée dans l'une de ces réactions :
$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$
1.1 Définir la fusion nucléaire.
1.2 Préciser si cette réaction est une fusion ou une fission.
1.3 Déterminer le défaut de masse correspondant à cette réaction.
2. Energie libérée.
2.1 Définir une réaction exoénergétique.
2.2 Expliquer le terme défaut de masse.
2.3 Déterminer l'énergie libérée au cours de cette réaction en MeV.

3. On suppose que toute l'énergie produite par cette réaction est émise par le soleil comme des radiations dont la puissance supposée constante est de $3{,}96.\ 10^{26}$ W.
   3.1 Donner l'unité de masse atomique.
   3.2 Justifier que cette réaction nucléaire est exoénergétique.
   3.3 Déterminer la perte de masse du soleil par an (365 jours).

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 05

Données : m (^4_2He) = 4,00150 u ; m (t) = 3,01550 u ; m (d) = 2,01355 u ; m (n) = 1,00866u ; 1
u = 1,66054. 10^{-27} kg ; $N_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$; C = $3{,}00.10^8$ m/s.

Maitriser sur Terre la fusion des noyaux légers à des fin de production d'énergie mettrait à disposition de l'homme des ressources quasiment illimitées, ce qui pourrait résoudre à l'avenir que provoquera la baisse inéluctable des réserves de pétrolières.

1. La réaction deutérium (d) tritium (t) est la plus facile à déclencher. Elle fait l'objet d'importantes recherches. L'équation nucléaire est : $^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^1_0n$.

1.1 Donner la nature des noyaux de deutérium et tritium par rapport au noyau de l'atome d'hydrogène.
1.2 Expliquer le terme défaut de masse.
1.3 Déterminer l'énergie libérée par cette réaction de fusion.
2. Le tritium est radioactif β^-, sa demi-vie est $t_{\frac{1}{2}}$ = 12,3 ans.
2.1 Définir un noyau radioactif.
2.2 Donner les trois types de radioactivité.
2.3 Ecrire l'équation de désintégration du noyau de tritium.
3. À un instant pris comme origine des temps, le nombre de noyaux de tritium vaut N_0.
3.1 Donner la signification du terme : demi-vie.
3.2 Etablir l'expression donnant le nombre de noyaux N à l'instant t en fonction de N_0, $t_{1/2}$ et t.
3.3 Déterminer le temps au bout duquel le nombre de noyaux $N = \frac{1}{10}.N_0$.

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 06

Données : m (^4_2He) = 4,00150 u ; m (t) = 3,01550 u ; m (d) = 2,01355 u ; m (n) = 1,00866u ; 1
u = 1,66054. 10^{-27} kg ; $N_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$; C = $3{,}00.10^8$ m/s.

Les noyaux d'atomes d'hydrogène, le principal constituant solaire, se transforment en hélium en fusionnant. C'est une réaction qui libère une énergie faramineuse. À côté de l'énergie de fission, l'énergie de fusion représente l'espoir d'avoir une source d'énergie propre et abondante au cours du e siècle.

1. En chauffant à des températures très élevées, de l'ordre de 100 millions de degrés, il se produit la fusion de deux isotopes de l'hydrogène, en occurrence, les noyaux du tritium et du deutérium selon l'équation : $^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^1_0n$.
   1.1 Définir ce qu'on entend par deux isotopes.
   1.2 Trouver la variation de masse au cours de cette réaction de fusion et justifier son signe.
   1.3 Déterminer l'énergie produite par cette réaction de fusion en MeV.
2. La tonne d'équivalent pétrole (tep) est une entité d'énergie utilisée dans l'industrie et en économie. Elle sert à comparer les énergies obtenues à partir de sources différentes.
   1 tep représente $4{,}2.\ 10^{10}$ J.
   2.1 Donner la composition de noyau de tritium et de deutérium.

2.2 Montrer que le nombre de noyaux présents dans 1,0 g de noyaux de deutérium et dans 1.5 g de noyaux de tritium est égal à 3.0. 10^{23} noyaux.

2.3 Déterminer en tep, l'énergie libérée par la fusion de 1,0 g de deutérium et 1,5 g de tritium.

3. Le deutérium est naturellement présent sur Terre alors que le tritium lui, est très rare. Il est donc obtenu à partir du lithium ${}_{3}^{6}Li$ très abondant dans la croute terrestre et les océans. Un échantillon de lithium est bombardé par des neutrons, il se forme de l'hélium et du tritium.

3.1 Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire.

3.2 Le tritium est radioactif β^-. Ecrire l'équation de désintégration du tritium sachant qu'il se forme un isotope de l'hélium.

3.3 À l'instant initial, l'échantillon étudié contient 3.0. 10^{23} noyaux de tritium, d'activité initiale égale 5,36. 10^{14} Bq. Démontrer que la demi-vie du tritium est 12.3 ans.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 16 : REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES (FISSION, FUSION).

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 01

1.1. Un nucléide est fissile lorsqu'il est capable de subir une réaction de fission.

1.2. ${}_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{54}^{139}Xe + {}_{38}^{95}Sr + 2\ {}_{0}^{1}n$.

1.3. E_{lib}= [m(Sr) + m(Xe) + m (n) - m(U)].$C^2.\frac{m}{M}.N_A$ = 4,69. 10^{26} MeV.

2.1. Neutron.

2.2. E_{tot} = n.E_{lib}.

2.3. n = 2,56.10^{21} fissions.

3.1 Réaction au cours de laquelle un noyau lourd engendre deux noyaux légers sous l'impact d'un neutron.

3.2 Production d'une très grande énergie.

3.3 Masse de pétrole $m_p = \frac{E}{E_{lib}}$ = 8,96. 10^3 tonnes.

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 02

1.1 Phénomène par lequel un noyau atomique lourd est scindé en deux ou quelques nucléides plus légers sous l'impact d'un neutron.

1.2 Conservation du nombre de nucléons et conservation du nombre de masse.

1.3 On a 92 + 0 = 54 + Z + k x 0 alors Z = 38 et 235 + 1 = 139 + 94 + k alors k = 3 neutrons ; X est donc le Strontium Sr.

2.1 On appelle défaut de masse Δm la différence entre la masse totale des A nucléons séparés, au repos et la masse des noyaux formés, au repos.

2.2 Défaut de masse : Δm = m(Xe) + m(Sr) + 2.m(n) – m(U).

2.3 $|\Delta m|$ = 3,204. $^{-28}$ kg.

3.1 C'est dû à la transformation du défaut de masse en énergie.

3.2 $\Delta m < 0$ car au cours de la fission la masse des réactifs diminue.

3.3 Energie libérée : $E_{lib} = |\Delta m|.C^2$ = 2,880.10^{-11} J.

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 03

1.1. Il y a fission d'un noyau lorsque le choc d'un noyau avec un neutron le brise en deux noyaux plus légers.

1.2. ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n$; Z = 54 ; x = 2.

1.3. $E_{lib} = |\Delta m| . C^2 . N_A . \frac{m}{M} = 2{,}40.\ 10^{24}$ MeV.

2.1. Un nucléide est fertile si le noyau correspondant peut, par réaction nucléaire, engendrer un nucléide fissile.

2.2. $m_p = \frac{E_{lib}}{L_P}$.

2.3. $m_P = 9{,}1.10^3$ kg.

3.1 Un nucléide est un noyau atomique caractérisé par son numéro atomique, son nombre de masse et son énergie nucléaire.

3.2 L'uranium est fissile car il subit la réaction de fission.

3.3 $E_{lib} = E. \frac{N_A.m}{M} = 1{,}68.\ 10^{23}$ MeV.

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 04

1.1. Réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers fusionnent, sous très haute température, pour former des noyaux plus lourds.

1.2. C'est une réaction de fusion.

1.3. $\Delta m = [\ m({}^{4}_{2}He) + m(n) - m({}^{2}_{1}H) - m({}^{3}_{1}H)] = -\ 2{,}94.\ 10^{-29}$ kg.

2.1. C'est une réaction qui dégage beaucoup d'énergie.

2.2. Au cours d'une réaction de fusion, la masse diminue ; il n'y a pas conservation.

2.3. $E_{lib} = |\Delta m| . C^2 = 16{,}5$ MeV.

3.1 Unité de masse atomique : le kilogramme.

3.2 Réaction exoénergétique car $\Delta m < 0$.

3.3 Perte de masse du soleil par seconde $= \frac{E}{C^2} = \frac{3{,}96.10^{26}}{9.10^{16}} = 44.\ 10^8$ kg. En 365 jours, la perte de masse = $44.\ 10^8 . 365 . 24 . 3600 = 1{,}39.\ 10^{17}$ kg.

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 05

1.1 Le deutérium et le tritium sont des isotopes de l'atome d'hydrogène.

1.2 La masse ne se conserve pas au cours d'une réaction de fusion nucléaire. Il y a perte de masse.

1.3 $E_{lib} = |\Delta m| . C^2 = |m(He) + m(n) - m(d) - m(t)| . C^2 = 17{,}6$ MeV.

2.1 Un noyau radioactif est un noyau instable dont la désintégration provoque l'apparition d'un nouveau noyau, entrainant l'émission d'une particule α ou β et d'un rayonnement γ.

2.2 Radioactivité α, radioactivité β^+ et la radioactivité β^-.

2.3 Equation de réaction : ${}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$.

3.1 Temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont désintégrés.

3.2 N = $N_0 . e^{-\frac{ln2}{t_{1/2}}.t}$.

3.3 t = - $\frac{12,3}{ln2}$. Ln($\frac{1}{10}$) = 40,9 ans.

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 06

1.1 Deux isotopes sont noyaux qui ont le meme numéro atomique mais de nombre de masse différente.
1.2 $\Delta m = [m(He) + m(n) - m(d) - m(t)] = - 3{,}13676.\ 10^{-29}$ kg, il y a perte de masse.
1.3 $E = |\Delta m| . C^2 = 17{,}60$ MeV.

2.1 Composition : Tritium (1 proton et 2 neutrons), Deutérium (1 proton et 1 neutron).

2.2 $N(d) = \frac{m_d}{M_d} = 3{,}0.\ 10^{23}$ noyaux ; $N(t) = \frac{m_t}{M_t} = 3{,}0.\ 10^{23}$ noyaux.

2.3 $E_{lib} = \frac{17{,}6x3.10^{23}x1{,}6.10^{-13}}{4.2.10^{10}} = 20{,}2$ tep.

3.1 ${}^{6}_{3}Li + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{3}_{1}H$.

3.2 ${}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$.

3.3 $T = \frac{N_0.ln2}{A_0} = 12{,}3$ ans.

PARTIE CHIMIE GENERALE

CHAPITRE 01 : L'EAU, SOLVANT IONISANT. PRODUIT IONIQUE.

L'essentiel du cours

- La liaison O-H est dite polarisée.
- L'eau est un solvant poalire.
- L'eau est un solvant ionisant, dissociant, hydratant et dispersant.
- Solution = soluté + solvant.
- $[A] = C(A) = \frac{n(A)}{V}$; concentration en mol/L ; n(A) en mol et V en litre (L).
- $C = \frac{p.a}{M} = \frac{p.d.a_e}{M}$.
- pH = - log $[H_3O^+]$; $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ mol/L.
- Produit ionique de l'eau : $K_e = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$ à 25° C.
- Solution neutre : pH = $\frac{1}{2}pK_e$.
- Solution acide : pH < $\frac{1}{2}pK_e$.
- Solution basique : pH > $\frac{1}{2}pK_e$.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 01

Données : M(Ag) = 108 ; M(Cl) = 35.5 en g/mol.

La nature d'une solution aqueuse dépend de la concentration des ions présents dans cette solution. La réaction d'autoprotolyse de l'eau accompagne la dissolution de tout solide ionique.

Dans cet énoncé, on met en évidence les propriétés physiques et chimiques de l'eau comme étant un solvant polaire.

baryum ($BaCl_2$), de concentration 0,010 mol/L.

1.1. Définir une solution aqueuse ionique.

1.2. Ecrire les équations de dissociation dans l'eau des deux solides ioniques.

1.3. Déterminer les concentrations des espèces ioniques présentes dans la solution.

2. Nature de la solution.

2.1. Définir une solution neutre.

2.2. Ecrire l'équation d'électro neutralité de la solution.

2.3. Démontrer que cette solution est neutre.

3. On ajoute à cette solution, une solution de nitrate d'argent ($Ag\ NO_3$). Il se forme un précipité blanc. Tous les ions chlorure ont été précipité.

3.1. Nommer ce précipité.

3.2. Ecrire l'équation de formation du précipité obtenu.

3.3. Déterminer la masse du précipité formé.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 02

Le pH permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Le pH est lié à la concentration en ions hydronium dans une solution.

1. Une solution aqueuse à 25° C, a un p OH = 10.

1.1 Définir le P OH par analogie au pH.

1.2 Exprimer le pH d'une solution aqueuse en fonction de pK_e et p OH.

1.3 Calculer le pH de cette solution. Préciser sa nature.

2. Au laboratoire de chimie, un flacon porte les indications suivantes : $[H_3O^+] = 10.\ [OH^-]$, K_e = 1,48. 10^{-14} à 30° C.

2.1 Définir une solution acide.

2.2 Montrer que pour cette solution pH = $\frac{1}{2}(-1 + pK_e)$.

2.3 Calculer le pH de cette solution.

3. Dans le corps humain, le produit ionique de l'eau est K_e = 2,5. 10^{-14} à 37° C, le sang humain a un pH = 6,85.

3.1 Donner la relation qui traduit le produit ionique de l'eau.

3.2 Montrer que pour une solution basique pH $> \frac{1}{2} pK_e$.

3.3 Déterminer la nature du sang humain.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 03

Données : M(Ba) = 137 ; M(S) = 32 ; M(O) = 16 en g/mol.

1. Une eau de rivière provenant des canalisations a un pH = 5,0, est qualifiée polluée. Une société d'eau se charge de la purifiée afin de la rendre potable lorsque son pH = 7,0.

1.1 Définir la dilution.

1.2 Donner le principe d'une dilution.

1.3 Déterminer le nombre de fois que cette eau a été diluer afin de la rendre potable.

2. Cette eau rendue potable est distillée et doit être utilisée comme solvant pour diluer 10 fois une solution commerciale de chlorure de baryum. La solution obtenue a pour concentration C = 0,10 mol/L.

Le laboratoire dispose du matériel suivant : - pipettes graduées : 5 ml ; 10 ml ; 20 ml

- Pipettes jaugées : 10 ml ; 20 ml ; 25 ml
- Fioles jaugées : 5 ml ; 100 ml ; 200 ml

- Eprouvettes graduées : 10 ml ; 50 ml.

2.1 Définir le facteur de dilution.

2.2 Ecrire la relation entre le volume à prélevé V_0, le volume final V et lé facteur de dilution f.

2.3 Choisir le matériel nécessaire à la préparation de cette solution. Calculer la concentration initiale de la solution commerciale.

3. On prélève 10 ml de solution de chlorure de baryum ainsi préparée et l'on ajoute à cette solution 20 ml d'une solution de sulfate de sulfate de sodium, de concentration 0,010 mol/L. On observe alors la formation d'un précipité blanc.

3.1 Ecrire l'équation bilan d'obtention de ce précipité.

3.2 Montrer que cette réaction n'est pas stœchiométrique.

3.3 Déterminer la masse du précipité obtenu.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 04

Données : M(Ag) = 108 ; M(Cl) = 35,5 en g/mol.

1. Dans une eau industrielle, le rapport entre les concentrations en ions hydronium et hydroxyde est $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = 1{,}0.10^2$.
   1.1. Ecrire l'équation d'autoprotolyse de l'eau.
   1.2. Exprimer la concentration des ions hydronium en fonction du K_e et $[OH^-]$.
   1.3. Calculer le pH de cette eau. Préciser sa nature.
2. Par des procédés chimiques, le pH de cette eau est ramené à 9,0.
   2.1. Définir une solution basique.
   2.2. Montrer que le pH de la solution obtenue est : $pH_f = pH_i + 1$.
   2.3. Calculer le nombre de fois que cette eau a été diluée.
3. On ajoute de l'eau à cette eau jusqu'à la rendre neutre afin de l'utiliser comme solvant. Avec ce solvant, on prépare les solutions d'acide chlorhydrique, de chlorure de potassium et de nitrate d'argent.
   On mélange un volume V_1 = 150 ml de solution d'acide chlorhydrique de pH = 3,0, un volume V_2 = 50 ml de chlorure de potassium (KCl), de concentration $C_2 = 2{,}0.10^{-3}$ mol/L et un volume V_3 = 50 ml d'une solution de nitrate d'argent (Ag NO_3) de concentration C_3 = 0,010 mol/L.
   3.1. Ecrire les équations de dissolution de ces trois solutions.
   3.2. Montrer que les ions A_g^+ apportés par la solution de nitrate d'argent sont en excès par rapport à la quantité totale en ions Cl^-.
   3.3. Déterminer la masse du précipité formé. Préciser son nom.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 05

Une solution aqueuse ionique est une solution dans laquelle les espèces dissoutes sont des ions. Toute solution aqueuse est électriquement neutre. On suppose qu'il ne se produit aucune réaction chimique entre les ions.

1. On prépare 175 ml de solution en mélangeant à 25 ° C :
- V_1 = 100 ml d'une solution de Ca Cl_2 de concentration C_1 inconnue ;
- V_2 = 50 mL d'une solution de Ca Br_2 de concentration inconnue C_2 ;
- V_3 = 25 mL d'une solution de NaCl de concentration C_3 inconnue.

Les quantités de matières des ions calcium et chlorure dans le mélange sont respectivement : $2{,}6.10^{-2}$ mol et $2{,}2.10^{-2}$ mol.

1.1. Ecrire les équations de dissociation des trois solides ioniques dans l'eau.

1.2. Exprimer les quantités de matière des ions Ca^{2+} et Cl^- en fonction de C_1, C_2, C_3, V_1, V_2 et V_3.
1.3. Déterminer les concentrations C_1 et C_2 sachant que C_3 = 0,80 mol/L.
2. Molarité des ions dans le mélange.
2.1. Définir un électrolyte.
2.2. Exprimer les quantités de matière des ions Br^- et Na^+ en fonction de C_2, C_3, V_2 et V_3.
2.3. Déterminer les concentrations des ions présents dans le mélange.
3. Electro-neutralité de la solution.
3.1. Définir une solution neutre.
3.2. Ecrire l'équation d'électroneutralité entre les ions.
3.3. Démontrer que cette solution est électriquement neutre.

ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 06

1. Un flacon découvert au laboratoire de chimie porte l'indication ; solution de chlorure de sodium : concentration molaire C_2 = 0,33 mol/L. Pour son expérience, le chimiste a besoin d'une solution plus concentrée. Il décide alors d'évaporer cette solution jusqu'à obtenir un volume V_1 = 250ml, de concentration molaire C_1 = 0,40 mol/L.
1.1. Définir l'évaporation.
1.2. Montrer que le volume d'eau évaporée a pour expression : $V_e = \frac{(C_1 - C_2).V_1}{C_2}$.
1.3. Calculer le volume d'eau évaporée.
2. À la solution obtenue de concentration C_1, de volume V_1, on ajoute une solution de chlorure de calcium de volume V_2' = 50mL, de concentration C_2' = 0,50 mol/L.
2.1. Donner le nom d'une solution conductrice de courant électrique.
2.2. Etablir les expressions des quantités de matières des ions Na^+, Ca^{2+} et Cl^- en fonction des données.
2.3. Déterminer les concentrations des ions présents dans le mélange.
3. Nature de la solution finale.
3.1. Donner un exemple d'une solution neutre autre que l'eau à 25° C.
3.2. Ecrire l'équation d'électroneutralité.
3.3. Démontrer que cette solution est électriquement neutre.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : L'EAU, SOLVANT IONISANT. PRODUIT IONIQUE.

CORRIGE ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 01

1.1. Une solution aqueuse ionique contient des cations et des anions dissout dans de l'eau.

1.2. Na Cl $\longrightarrow Na^+ + Cl^-$; $BaCl_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2Cl^-$.

1.3. $[Na^+] = \frac{n(NaCl)}{V_T} = 4{,}8.10^{-3}$ mol/L ; $[Cl^-] = \frac{n(NaCl)+2.n(BaCl_2)}{V_T} = 1{,}4.10^{-2}$ mol/L ; $[Ba^{2+}] = \frac{n(BaCl_2)}{V_T} = 9{,}5.10^{-3}$ mol/L.

2.1. Solution contenant autant d'ions hydroxyde que d'ions hydronium.

2.2. $[Na^+] + 2\,[Ba^{2+}] = [\,Cl^-]$.

2.3. 0,024 = 0,024.

3.1. Précipité de chlorure d'argent.

3.2. $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow$ AgCl.

3.3. m = n(Cl^-). M0,72 g.

COPRRIGE L'EAU, SOLVANT IONISANT 02

1.1 L'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions hydroxyde.
1.2 P H = pK_e - p OH.
1.3 P H = 4, solution acide.

2.1 Solution dont le p H < $\frac{1}{2}pK_e$.

2.2 Utiliser le produit ionique de l'eau.

2.3 p H = 6,4.

3.1 $[H_3O^+].[OH^-] = K_e$.

3.2 Ã partir du produit ionique de l'eau.

3.3 6,85 > 6,80 ($\frac{1}{2}pK_e = 6,80$) le sang humain est basique.

CORRIGE ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 03

1.1 Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
1.2 Au cours de la dilution, la quantité de matière ne change pas.
1.3 Facteur de dilution : f = $\frac{[H_3O^+]_0}{[H_3O^+]_f}$ = 100.

2.1 Le nombre de fois que l'on dilue une solution.

2.2 Relation $\frac{V}{V_0}$ = f.

2.3 Matériel nécessaire : pipette jaugée de 10 ml ou 20 ml ; fiole jaugée de 100 ml ou 200 ml. C_0 = 10x C = 1,0 mol/L.

3.1 Equation de la réaction : $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow$ BaSO_4.

3.2 n (Ba^{2+}) > n (SO_4^{2-}).

3.3 Masse du précipité m_p = M(BaSO_4). N (SO_4^{2-}) = 0,047 g.

CORRIGE ENONCE L'EAU, SOLVANT IONISANT 04

1.1. 2H_2O $\longrightarrow H_3O^+ + OH^-$.
1.2. $[H_3O^+] = \frac{K_e}{[OH^-]}$.
1.3. pH = 8,0.

2.1. Solution contenant autant d'ions H_3O^+ que d'ions OH^-.

2.2. $\frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_i} = 10 \Leftrightarrow pH_f = pH_i - 1$.

2.3. f =10.

3.1. H Cl + H_2O $\longrightarrow H_3O^+$(aq) + Cl^-(aq)

K Cl $\xrightarrow{H_2O} K^+$(aq) + Cl^-(aq)

$AgNO_3 \xrightarrow{\cancel{H_2O}} A_g^+(aq) + NO_3^-(aq)$.

3.1 n (Ag^+) = $5{,}0.10^{-4}$mol ; n (Cl^-) = $2{,}5.10^{-4}$mol ⇔ n (A_g^+) > n (Cl^-).

3.2 m (Ag Cl) =$3{,}6.10^{-2}$g.

CORRIGE ENONCE L'EAU, SOLVANT IONIQUE 05

1.1. Ca $Cl_2 \xrightarrow{\text{eau}} Ca^{2+}_{aq} + 2\ Cl^-_{aq}$; $CaBr_2 \xrightarrow{\text{eau}} Ca^{2+}_{aq} + 2\ Br^-_{aq}$.

1.2. n (Ca^{2+}) = $C_1.V_1 + C_2.V_2$; n $(Cl^-) = 2C_1.V_1 + C_3.V_3$.

1.3. $C_1 = \frac{n(Cl^-) - C_3.V_3}{2.V_1} = 1{,}0.10^{-2}$mol/L ; $C_2 = \frac{n(Ca^{2+}) - C_1.V_1}{V_2} = 0{,}50$ mol/L.

2.1. Solution contenant des ions positifs et négatifs, qui conduit le courant électrique.

2.2. n$(Br^-) = 2.C_2.V_2$; n$(Na^+) = C_3.V_3$.

2.3. $[Ca^{2+}] = 0{,}15$ mol/L ; $[Cl^-] = 0{,}13$mol/L ; $[Br^-] = 0{,}28$mol/L ; $[Na^+] = 0{,}11$ mol/L.

3.1. Solution contenant autant d'ions hydronium que d'ions hydroxyde.

3.2. $2[Ca^{2+}] + [Na^+] = [Br^-] + [Cl^-]$.

3.3. 0,4 = 0,4.

CORRIGE ENONCE L'EAU, SOLVANT IONIQUE 06

1.1: Transformation de l'eau en vapeur (état gazeux).

1.2 Exploiter le principe de la dilution.

1.3. $V_e = 53$ mL.

2.1. Electrolyte.

2.2. n $(Na^+) = C_1.V_1$; n $(Ca^{2+}) = C_2'.V_2'$; n $(Cl^-) = C_1.V_1 + 2\ C_2'.V_2'$.

2.3. $[Na^+] = \frac{C_1.V_1}{V_1 + V_2}$ = 0,33 mol/L ; $[Ca^{2+}] = \frac{C_2'.V_2'}{V_1 + V_2'}$ = 0,083 mol/L ; $[Cl^-] = \frac{C_1.V_1 + 2C_2'.V_2'}{V_1 + V_2'}$ = 0,50 mol/L.

3.1. Solution de chlorure de sodium.

3.2. $2[Ca^{2+}] + [Na^+] = [Cl^-]$.

3.3. Solution neutre 0,50 = 0,50.

CHAPITRE 2 : SOLUTIONS AQUEUSES ACIDE FORT- BASE FORTE

L'essentiel du cours -

- pH d'un acide fort : pH = - log C.
- pH d'une base forte : pH = 14 + log C ; avec $10^{-6} < C < 10^{-2}$ et C en mol/L.
- Lorsqu'on dilue une solution acide n fois, le pH de la solution obtenue est : $pH_2 = pH_1 + \log(n)$.

- Pour une solution basique : $pH_2 = pH_1$ - log(n).

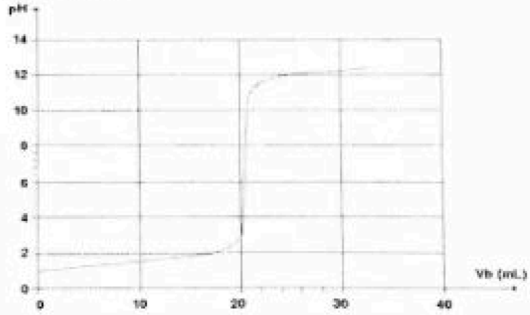
ENONCE ACIDE FORT- BASE FORTE 01

Données : M(NH_2SO_3H) = 97 g/mol.

Un sachet de détartrant à cafetière porte la seul indication " acide sulfamique : 1,0 g ". On considèrera l'acide sulfamique comme un acide fort. On se propose de doser cet acide afin de vérifier sa pureté.

1. On dissout l'échantillon de détartrant dans de l'eau distillée et on complète pour obtenir 100 ml de solution S. On prélève 20 ml de solution S que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_b = 0,10 mol/L.

1.1 Définir une solution d'acide sulfamique.
1.2 Ecrire l'équation-bilan de la mise en solution de l'acide sulfamique dans l'eau.
1.3 Ecrire l'équation bilan support du dosage de l'acide sulfamique en utilisant la forme AH.
2. Exploitation de la courbe de dosage.
2.1 Définir l'équivalence acido-basique.
2.2 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
2.3 Déterminer la quantité de matière d'acide sulfamique contenue dans la prise d'essai.
3. Vérification de l'indication/
3.1 Définir la quantité de matière d'un soluté.
3.2 Donner la relation entre n, m et M.
3.3 Déterminer la masse d'acide sulfamique dans l'échantillon totale. Conclure par rapport à l'indication portée sur le sachet.



ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 02

Données : M(Na) = 23 g/mol ; M(Cl) = 35,5 g/mol.

Une technique très utilisée en chimie est basée sur le principe de la neutralisation d'un acide par une base (ou inversement). Elle permet de doser un acide ou une base au cours de ce que l'on appelle un titrage acidimétrique.

1. On ajoute un volume V_b = 10 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), de concentration C_b = 0,010 mol/L à un volume V_a = 10 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) de pH = 3,0.

1.1 Définir un électrolyte.
1.2 Ecrire les équations bilan d'ionisation dans de Na OH et H Cl.
1.3 Déterminer les quantités de matière et les concentrations molaires des ions présents dans le mélange.

2. Nature du mélange obtenu.
2.1 Définir le pH d'une solution aqueuse.
2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu entre les solutions de Na OH et H Cl.
2.3 Déterminer le pH du mélange obtenu.
3. On décide de neutraliser l'excès d'ions hydroxyde du mélange obtenu afin de ramener le pH à 7,0.
3.1 Définir une solution neutre.
3.2 Déterminer la quantité de matière d'ions H_3O^+ qu'il faut ajouter pour neutraliser l'excès d'ions OH^-.
3.3 Déterminer la masse des cristaux obtenue après avoir évaporé le mélange final en précisant sa formule.

ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 03

Données : M(Cl) = 35,5 ; M (Ag) = 108 g/mol.

Les acides et les bases sont des substances antagonistes qui réagissent en solution, formant de l'eau et un sel au cours d'un phénomène appelé neutralisation en un point particulier appelé équivalence acido-basique.

1. On neutralise un volume V_a = 20 ml d'une solution d'acide chlorhydrique avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b = 0,10 mol/L. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence est V_{b_E} = 15,1 ml.
1.1 Définir l'équivalence acido-basique.
1.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.
1.3 Déterminer la concentration de la solution d'acide chlorhydrique.
2. On ajoute à la solution obtenue, à l'équivalence, $1,51.10^{-3}$ mol de nitrate d'argent sans variation de volume de la solution. Tous les ions chlorure ont été précipité.
2.1 Nommer le précipité Obtenu.
2.2 Ecrire l'équation-bilan d'obtention du précipité.
2.3 Déterminer la masse du précipité formé.
3. Nature de la solution.
3.1 Inventorier les espèces présentes dans le mélange final.
3.2 Ecrire l'équation d'électroneutralité de la solution finale.
3.3 Démontrer que la solution finale est toujours électriquement neutre.

ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 04

Données : Masse molaire de l'acide picrique : 229 g/mol.

L'acide picrique se présente sous forme de cristaux jaunes à température ordinaire. On dispose d'une solution commerciale d'acide picrique à 1,0 % (1,0 g d'acide pour 100 ml de solution).

On veut vérifier cette indication en effectuant un dosage de cette solution commerciale par la soude.

1. Etude théorique préalable : la courbe ci-dessous représente une simulation du suivi pH-métrique de la réaction entre une solution d'acide picrique et une solution de soude de concentration molaire 0,010 mol/L.
1.1 Définir un acide.
1.2 Donner une caractéristique de la courbe qui permet d'affirmer que l'acide picrique est fort.
1.3 Présenter l'indicateur coloré qui convient pour ce dosage.
2. Dosage d'essai : Un élève prélève un volume V_a = 20 ml de la solution commerciale à l'aide de ......(1)...., le verse dans un bécher et ajoute un indicateur coloré. Il remplit ...(2)... avec la

solution S_1 de soude de concentration $C_1 = 1,0$ mol/L. Il verse progressivement la solution S_1. Le changement de couleur de l'indicateur coloré est obtenu pour un volume $V_1 = 0,80$ ml.

2.1 Identifier les instruments (1) et (2).

2.2 Au vu des résultats, l'élève décide de doser une autre prise d'essai de même volume $V_a = 20$ ml de la solution commerciale en utilisant le même indicateur coloré, mais avec une solution de S_2 de soude de concentration $C_2 = 0,050$ mol/L. Justifier cette décision.

2.3 Choisir la verrerie nécessaire à la préparation de 100 ml de S_2 à partir de S_1.

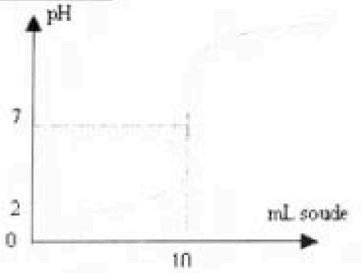
3. Dosage de précision : L'élève réalise le dosage avec la solution S_2. Le volume versé à l'équivalence est $V_{b_E} = 17,7$ ml.

3.1 Définir l'équivalence acido-basique.

3.2 Etablir l'expression de la concentration C de l'acide picrique de la solution commerciale en fonction de V_a, V_{bE} et C_2.

3.3 Calculer la concentration C et la masse d'acide picrique dans 100 ml de solution commerciale. L'indication portée sur l'étiquette est-elle correcte ?

Indicateur coloré	Zone de virage
Jaune de méthyle	2,9 -- 4
Bleu de bromothymol	3,1 -- 4,4
Hélianthine	6 -- 7,6



ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 05

Lorsqu'un acide fort est titré par une base forte, la solution titrée devient de moins en moins acide jusqu'à la neutralisation complète de l'acide présent par la base ajoutée. Le changement de pH est très minime au cours du titrage, sauf près du point de neutralisation où il devient drastique.

1. On réalise le dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_1 = 0,010$ mol/L. Pour cela on prélève 20 cm^3 de solution acide que l'on met dans un bécher en y ajoutant quelques gouttes d'indicateur coloré. On mat la solution de soude dans la burette. On mesure le pH de la solution contenue dans le bécher à chaque volume V_b de la solution d'hydroxyde de sodium versé.

1.1 Identifier, des courbes 1 et 2, celle qui correspond à ce dosage.

1.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage.

1.3 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

2. Titre de la solution acide.

2.1 Définir l'équivalence acido-basique.

2.2 Préciser la nature de la solution obtenue à l'équivalence.

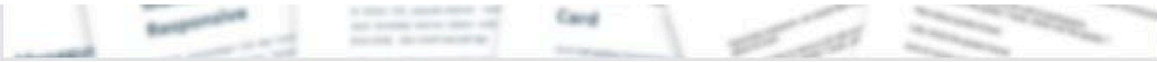
2.3 Déterminer la concentration de la solution acide.

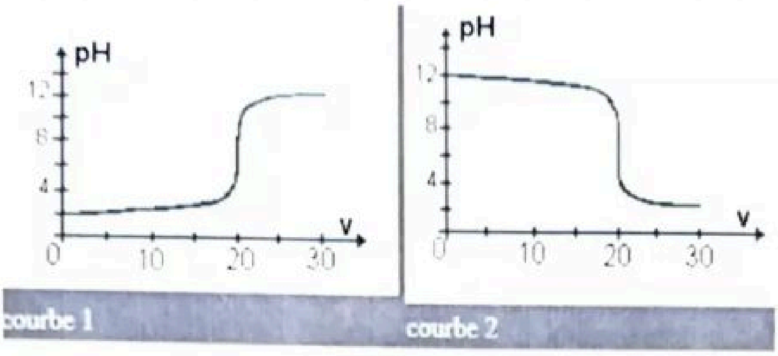
3. On réalise le dosage d'une solution d'acide chlorhydrique 10 fois plus diluée que la précédente avec une solution de soude elle aussi 10 fois plus diluée que la précédente.

3.1 Présenter si le saut de pH autour du point d'équivalence sera plus grand ou plus petit que dans la première expérience.

3.2 Préciser alors la nature et le nom de la solution obtenue à l'équivalence.

3.3 Choisir l'indicateur coloré le plus approprié pour ce dosage.





NONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 06

onnees : M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1,0 en g/mol ; M(Cl) = 35.5 g/mol ; $_{HCl}$ = 1.18 g/cm^3.

1. L'acide chlorhydrique est couramment employé comme détartrant, décapant pour les métaux et comme rénovateur de pierres et de marbres ; il est vendu dans le commerce en solution très concentrée.

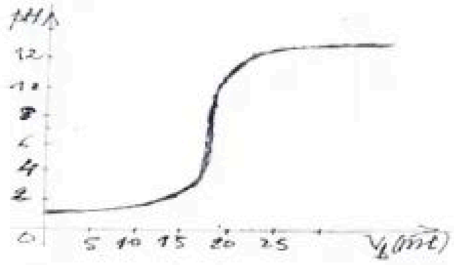
Sur l'étiquette d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique on lit : 30 % de chlorure d'hydrogène en masse. On se propose de vérifier l'indication de cette étiquette.

1.1 Définir la concentration molaire d'une espèce chimique.
1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau.
1.3 Démontrer que la concentration molaire de la solution commerciale est voisine de 10 mol/L.
2. D'une part, on dose cette solution commerciale par une solution d'hydroxyde de sodium, récemment préparée, de concentration C_b = 5,0.10 $^{-2}$ mol/L. D'autres part, on désire préparer une solution diluée d'acide commerciale de concentration molaire voisine de celle de la solution d'hydroxyde de sodium. Voici le matériel :

- Fioles jaugées : 1L ; 250 ml ; 100 ml ; 50 ml ;
- Pipettes jaugées : 5 ml ; 10 ml ; 20 ml ; 25 ml ;
- Eprouvettes graduées : 50 ml ; 100 ml ; pro pipettes et eau distillée.

2.1 Présenter pourquoi faut-il procéder à une dilution de la solution commerciale d'acide avant dosage ?
2.2 Justifier pourquoi utilise-t-on une solution d'hydroxyde de sodium préparée récemment ?
2.3 Décrire le mode opératoire de préparation de la solution d'acide commerciale diluée.
3. On dose, par pH-métrie, 20 ml de la solution d'acide commerciale diluée de concentration C_a par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_b = 0,050 mol/L (voire courbe de dosage).

3.1 Ecrire l'équation-bilan du dosage.
3.2 Déterminer la concentration molaire de la solution d'acide diluée et celle de la solution d'acide commerciale.
3.3 Déterminer le pourcentage réel en masse de chlorure d'hydrogène dissout dans la solution commerciale.



CORRIGES DES ENONCES CHAPITRE : ACIDE FORT-BASE FORTE

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 01

1.1 Solutions d'ions $NH_2SO_3^-$ et H_3O^+ entourés des molécules d'eau obtenue en faisant dissoudre l'acide sulfamique dans l'eau.
1.2 Equation-bilan: $NH_2SO_3H + H_2O \longrightarrow NH_2SO_3^- + H_3O^+$.
1.3 Equation-bilan: $AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$.

2.1 Il y a équivalence lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

2.2 Coordonnées du point d'équivalence : E (V_{b_E} = 21 cm^3 ; pH_E = 7,0).

2.3 Quantité de matière de l'acide : $n_a = C_a.V_a = C_b.V_{b_E} = 2,1.10^{-3}$ mol.

3.1 Rapport entre la masse du soluté et sa masse molaire.

3.2 Relation : $n = \frac{m}{M}$.

3.3 Masse d'acide sulfamique : $\frac{m}{M} = C_a.V = \frac{n_a}{V_a}.V$; $m = \frac{n_a}{V_a}.V.M$ = 1,02g soit m = 1,0 g. L'indication était donc correcte.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 02

1.1 Un électrolyte est une solution conductrice, car elle contient des ions mobiles.
1.2 Equations : $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$ et $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$.
1.3 Concentrations des ions : $n(H_3O^+) = n(Cl^-) = C_a.V_a = 1,0.10^{-5}$ mol ; $n(Na^+) = n(OH^-) = C_b.V_b = 1,0.10^{-4}$ mol ; $[H_3O^+] = [Cl^-] = \frac{n}{V_T} = 5,0.10^{-4}$ mol/L ; $[Na^+] = [OH^-] = \frac{n}{V_T} = 5,0.10^{-3}$ mol/L.

2.1 C'est l'opposé du logarithme décimal de la concentration molaire en ions hydronium.

2.2 Equation bilan : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2\,H_2O$.

2.3 pH de la solution : $n(OH^-) > n(H_3O^+)$, les ions hydroxyde sont en excès ; $pH = 14 + \log[\frac{n(OH^-) - n(H_3O^+)}{V_T}] = 12$.

3.1 Solution contenant autant d'ions hydronium que d'ions hydroxyde.

3.2 Quantité d'ions H_3O^+ à ajouter : $n(H_3O^+)_{aj} = n(OH^-) - n(H_3O^+) = 9,0.10^{-5}$ mol.

3.3 Masse des cristaux : Na Cl ; n (Na Cl) = $n(OH^-) = n(H_3O^+) = 1,0.10^{-4}$ mol, d'où m (Na Cl) = 6,0 mg.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 03

1.1 Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
1.2 Equation-bilan : $H_30^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$.
1.3 À l'équivalence : $C_a = \frac{C_b.V_{b_E}}{V_a}$ = 0,076 mol/L.

2.1 Le chlorure d'argent.

2.2 Equation-bilan : $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$.

2.3 Masse du précipité : n (AgCl) = n (Cl^-) = n (Ag^+) :

m(AgCl) = n(AgCl).M = $143.5.1,52.10^{-3}$ = 0,22 g.

3.1 Espèces présentes : Na^+ etNO_3^-.

3.2 Equation d'électroneutralité : $[Na^+] = [NO_3^-]$.

3.3 $[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V_a + V_{b_E}}$ = 0,043 mol/L ; $[NO_3^-] = \frac{n(NO_3^-)}{V_a + V_{b_E}}$ = 0,043 mol/L ; la solution finale est électriquement neutre.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 04

1.1 Un acide est une espèce chimique susceptible de céder au moins un proton.
1.2 Le pH initial vaut 2.0 et que C = 0,010 mol/L ce qui donne pH = - log C.
1.3 Indicateur coloré choisi : Bleu de bromothymol.

2.1 Instruments : (1) pipette graduée et (2) burette graduée.

2.2 Le volume de soude versé à l'équivalence est trop petit, et solution de soude trop concentrée.

2.3 Verrerie : f = $\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$ soit V_1 = 5,0 ml. Il faut donc une pipette graduée et une fiole jaugée de 100 ml.

3.1 Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

3.2 Expression de C = $\frac{c_2.V_2}{V_a}$.

3.3 Concentration C = 0,044 mol et m = C.V.M = 1,01 g soit m = 1,0 g. L'indication est correcte.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 05

1.1 La courbe du dosage est la courbe 1.
1.2 Equation-bilan : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$.
1.3 Coordonnées du point d'équivalence : E (V_{b_E} = 20 ml ; pH_E = 7,0).

2.1 Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

2.2 La solution obtenue est neutre.

2.3 Concentration $C_a = \frac{C_b.V_{b_E}}{V_a}$ = 0,010 mol/L.

3.1 Le saut du pH sera plus petit.

3.2 La solution de chlorure de sodium, neutre.

3.3 Indicateur coloré : Bleu de bromothymol.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 06

1.1 C'est le rapport de la quantité de matière de l'espèce chimique par le volume de la solution.
1.2 Equation-bilan : H Cl + $H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$.
1.3 Concentration molaire : $C_0 = \frac{p.a_{HCl}}{M} = 9{,}70 \approx 10$ mol/L.

2.1 Pour des besoins de sécurité et pour avoir des solutions de concentrations faibles avec un grand volume.

2.2 Pour bien repérer le point d'équivalence avec un volume considérable et aussi la solution à titrer est diluée.

2.3 Mode opératoire : $\frac{C_0}{C_f} = \frac{V_f}{V_0} = 200$, soit $V_0 = 5{,}0$ ml. À l'aide d'une pipette jaugée, muni d'une pro pipette on prélève 5,0 ml de la solution commerciale que l'on introduit dans une fiole jaugée de 1,0 L contenant au préalable de l'eau distillée. On ajoute de l'eau distillée au $^3/_4$, on agite puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

3.1 Equation du dosage : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2\ H_2O$.

3.2 Calcul de concentrations : $C_a = \frac{C_b.V_{b_E}}{V_a} = \frac{0{,}050X19}{20} = 0{,}0475$ mol/L et $C_0 = 200XC_a = 9{,}5$ mol/L.

3.3 Pourcentage massique : p = $\frac{C_0.M}{a_{HCl}} = 0{,}29$ soit p ≈ 30 %.

CHAPITRE 3 : COUPLES ACIDE/BASE

L'essentiel du cours

- Acide faible en solution aqueuse : HA + $H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$ couple : HA /A^-
  $BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$, couple : BH^+/B
- Base faible en solution aqueuse : $A^- + H_2O \rightleftharpoons AH + OH^-$
  $B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$
- Les couples de l'eau : l'eau est une base $H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H^+$; couple : H_3O^+ / H_2O
  L'eau est un acide : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$; couple : H_2O/OH^- ; l'eau est un amphotère ou un ampholyte.
- Réaction acido-basique : acide 1 + base 2 $\rightleftharpoons$ base 1 + acide 2.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 01

1. Un composé d'aspirine effervescent contient, entre autres composants, de l'acide acétylsalicylique $C_9H_8O_4$, de l'acide citrique $C_6H_8O_7$ et de l'hydrogénocarbonate de sodium Na HCO_3 (solide ionique).
   1.1. Définir un ampholyte.
   1.2. L'hydrogénocarbonate est un ampholyte, préciser ses couples acide/base.
   1.3. Ecrire les équations bilans mettant en jeu les couples acido-basiques de l'hydrogénocarbonate.
2. L'acide acétylsalicylique est un acide faible.
   2.1. Définir un acide faible au sens de Bronsted.
   2.2. Ecrire l'équation de la réaction entre cet acide et l'eau.

2.3. Préciser les couples acide/base mis en jeu.

3. L'acide acétylsalicylique réagit avec l'ion hydrogénocarbonate lorsqu'on dissout un comprimé dans l'eau.
   3.1. Définir une réaction acido-basique.
   3.2. Ecrire l'équation de la réaction se produisant entre cet acide et l'ion hydrogénocarbonate.
   3.3. Justifier l'appellation de comprimé effervescent.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 02

En chimie, tout acide faible est caractérisé par une constante de dissociation qui est une mesure quantitative de la force d'un acide en solution. C'est la constante d'équilibre de la réaction de dissociation d'une espèce acide dans le cadre des réactions acido-basiques. Plus cette constante est élevée, plus la dissociation des molécules en solution est grande.

1. Le pH d'une solution S_1 de l'acide benzoïque C_6H_5COOH est 3,13 sa concentration est C_1= $1,0.10^{-2}$mol/L.
   1.1. Définir un acide faible.
   1.2. Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible.
   1.3. Déterminer la concentration molaire de toutes les espèces présentes dans cette solution.
2. On mesure le pH d'une solution S_2 de benzoate de sodium, de concentration C_2 = $1,0.10^{-2}$mol/L, on trouve pH = 8,0.
   2.1. Définir une base au sens de Bronsted.
   2.2. Ecrire les équations bilans accompagnant la dissolution du C_6H_5COONa dans l'eau.
   2.3. Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans la solution S_2.
3. 3.1. Donner les couples acide/base intervenant dans la réaction entre l'ion benzoate et l'eau.
   3.2. Montrer que l'ion benzoate est une base faible.
   3.3. Déterminer le rapport k = $\frac{[C_6H_5COO^-].[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$ dans la solution S_1 et dans la solution S_2.
   Conclure.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 03

Données : M(NH_4Cl) = 53,5 g/mol.

Au paravent, le chlorure d'ammonium a été utilisé à des fins médicinales pour traiter la bronchite et comme un médicament expectorant. Aujourd'hui solution à faible concentration de l'ammoniac est utilisée en médecine comme diurétique. Le chlorure d'ammonium (additif alimentaire numéro E510), quand il est pur, est un sel cristallin blanc, soluble dans l'eau. Sa solution aqueuse est légèrement acide.

1. On prépare une solution de chlorure d'ammonium en dissolvant une masse m = 0,32 g dans un volume V = 100 ml d'eau. On néglige la variation de volume.
   1.1. Définir la concentration molaire volumique.
   1.2. Ecrire la formule de l'ion ammonium en justifiant son caractère acide ou basique.
   1.3. Déterminer la concentration molaire de la solution de chlorure d'ammonium.
2. Le pH de la solution précédente est égal à 5,2.
   2.1. Inventorier les espèces présentes dans cette solution.
   2.2. Ecrire les équations qui accompagnent la dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau.
   2.3. Déterminer la concentration molaire des espèces présentes dans cette solution.
3. 3.1. Définir un acide faible.

3.2. Montrer que l'ion ammonium est un acide faible.

3.3. Calculer le rapport R = $\frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 04

La protonation d'une base faible augmente avec la dilution. Dans quel sens varie cette protonation lorsqu'on dilue une base faible par un acide fort ? C'est l'objectif de cet énoncé.

1. Une solution aqueuse S_1 d'ammoniac de concentration molaire C_1 = 2,00.10^{-2}mol/L a un pH égal à 10,8 à 25 ° C.
   1.1. Définir une base au sens de Bronsted.
   1.2. Montrer que l'ammoniac est une base faible.
   1.3. Calculer la concentration des espèces présentes dans la solution S_1.
2. 2.1. Donner la valeur du rapport $\frac{[NH_4^+]}{C_1}$ en pourcentage.
   2.2. Interpréter le résultat et écrire l'équation-bilan entre l'ammoniac et l'eau.
   2.3. Calculer le rapport R = $\frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$ en utilisant les résultats de la question 1.3)
   3. On mélange 20,0 cm^3 de solution S_1 et 20,0 cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_a = 2,00.10^{-2}mol/L. On obtient une solution S_2 de pH = 5,65.
   3.1. Définir une réaction acido-basique.
   3.2. Montrer sans faire de calculs que $[NH_4^+] = [Cl^-]$ et $[NH_3] = [H_3O^+]$.
   3.3. Calculer le rapport $R' = \frac{[NH_3].[H_3O^+]}{[NH_4^+]}$. Justifier la variation de R lorsqu'on passe de S_1 à S_2.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 05

1. Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_O d'acide éthanoïque (CH_3COOH) du laboratoire d'un lycée, l'indication relative à la densité d est illisible. Seul le pourcentage en masse d'acide éthanoïque pur est lisible, soit p = 22,9 %.
   Un groupe d'élèves sous la supervision de leur enseignant, entreprend de déterminer l'indication illisible sur l'étiquette de ce flacon. Il réalise les trois expériences décrites ci-dessous.
   Expérience 1 : Avec une balance de précision, il pèse une masse m_O d'un volume V_O = 10 cm^3 de la solution S_O et trouve m_O = 10,5 g.
   Expérience 2 : Il dilue un volume V_p = 10 cm^3 de la solution S_O dans une fiole jaugée de 1 L et obtient ainsi une solution S_1.
   Expérience 3 : Il fait réagir un volume V_1 = 10 cm^3de la solution S_1 avec un volume V_b = 20 cm^3 d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b = 1,0.10^{-2}mol/L. La concentration de l'acide éthanoïque non dissocié dans ce mélange est $[CH_3COOH]$ = 6,7.10^{-3}mol/L. Le pH de la solution après mélange est égal à 8,4 à 25 ° C.
   Exploitation de l'expérience 1 :
   1.1. Définir la densité d'une substance par rapport à l'eau.
   1.2. Etablir la relation donnant la densité d de l'acide éthanoïque en fonction de m, v et a_e.
   1.3. Calculer la densité de l'acide éthanoïque ($a_e = 1,0$ g/cm^3).
2. On s'intéresse à l'expérience 3.
   2.1. Définir la concentration molaire volumique.

2.2. Montrer que $\frac{C_1.V_1}{V_1+V_b} = [Na^+] + [CH_3COOH]$.

2.3. Déterminer la concentration C_1 de l'acide éthanoïque.

3. Exploitation de l'expérience 2 :

3.1. Donner la relation permettant de calculer C_O en fonction de p, d, M et a_e.

3.2. Etablir l'expression de la densité d en fonction de M, p, a_e et C_1.

3.3. Retrouver la valeur de la densité calculée en 1.3.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 06

Nous utilisons quotidiennement des solutions basiques ; les propriétés basiques de telles solutions dépendent de la concentration en ions hydronium. L'ammoniac présente un intérêt particulièrement important puisqu'il permet de la fabrication du nitrate d'ammonium. Le nitrate d'ammonium est l'un des principaux engrais.

1. Une solution d'ammoniac de pH = 8,4 est telle que : $\frac{[NH_4^+]}{C} = 1{,}3.10^{-4}$.
   1.1. Définir une base au sens de Bronsted.
   1.2. Montrer que C = $7{,}7.10^3.[OH^-]$.
   1.3. Calculer la concentration initiale C de la solution d'ammoniac.
2. 2.1. Nommer l'acide conjugué de l'ammoniac.
   2.2. Montrer que l'ammoniac est une base faible.
   2.3. Déterminer la concentration en espèces azotées NH_3 dans la solution.

3. On mélange $V_b = 20\ cm^3$ de la solution précédente d'ammoniac à $20\ cm^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2{,}0.10^{-2}$mol/L. Le pH de la solution obtenue vaut 5,2.

3.1. Définir une réaction acido-basique.

3.2. Exprimer la concentration en ions NH_4^+ en fonction de C_a, V_a et V_b.

3.3. Calculer le rapport $\frac{[NH_4^+]}{C}$. Conclure.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 3 : COUPLES ACIDE/BASE

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 01

1.1. Espèce chimique pouvant jouer à la fois le rôle d'une base et d'un acide.

1.2. CO_2/HCO_3^- et HCO_3^-/CO_3^{2-}.

1.3 $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_3O^+$

$HCO_3^- + H_3O^+ \rightleftharpoons CO_2 + 2H_2O$.

2.1. Espèce chimique susceptible de céder au moins un proton.

2.2. $C_9H_8O_4 + H_2O \rightleftharpoons C_9H_7O_4^- + H_3O^+$.

2.3. $C_9H_8O_4/ C_9H_7O_4^-$.

1.1. Interaction entre deux couples acide/base au cours de laquelle il y a transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple.

1.2. $HCO_3^- + C_9H_8O_4 \longrightarrow C_9H_7O_4^- + CO_2 + H_2O$.

1.3. Le gaz CO_2 se dégage (effervescence).

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 02

1.1. Un acide est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau n'est pas totale.
1.2. pH = 3,13 ≠ - log C_1 alors $C_6H_5COO^-$ c'est un acide faible.
1.3. $[H_3O^+] = 7{,}41.10^{-4}$mol/L ; $[OH^-] = 1{,}35.10^{-11}$mol/L ; $[C_6H_5COO^-] \approx [H_3O^+]$.
$[C_6H_5COOH] = 9{,}26.10^{-3}$mol/L.

2.1 Espèce chimique susceptible de capter au moins un proton.

2.2. $C_6H_5COONa \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COO^- + Na^+$

$C_6H_5COO^- + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COOH + OH^-$.

2.3 $[H_3O^+] = 8{,}0.10^{-9}$mol/L ; $[OH^-] = 1{,}3.10^{-6}$mol/L ; $[C_6H_5COOH] = [OH^-]$

$[Na^+] = [C_6H_5COO^-] = 1{,}0.10^{-2}$mol/L.

1.1. $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$ et H_2O/OH^-.
1.2. 8,1 ≠ 14 + log C_2.
1.3. $K_1 = 6{,}2.10^{-5} \approx K_2$.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 03

1.1. Quotient de la quantité de matière par le volume de la solution.
1.2. NH_4^+, c'est un acide car il provient de la protonation de l'ammoniac.
1.3. $C = \frac{m}{M.V} = 6{,}0.10^{-2}$mol/L.

2.1. Inventaire des espèces :
Molécules : H_2O : NH_3 Ions : $H_3O^+, OH^-, Cl^-, NH_4^+$.

2.2. $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$.

2.3. $[H_3O^+] = 6{,}3.10^{-6}$mol/L ; $[OH^-] = 1{,}6.10^{-9}$mol/L ; $[Cl^-] =$ $[NH_4^+] = 6{,}0.10^{-2}$mol/L ; $[NH_3] = [H_3O^+] = 6{,}3.10^{-6}$mol/L.

1.1. Un acide est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau n'est pas totale.
1.2. p H = 5,2 ≠ - log C.
1.3. R = $6{,}6.10^{-10}$.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 04

1.1. Espèce chimique susceptible de capter au moins un proton.
1.2. p H = 10,8 ≠ 14 + log C.
1.3. $[H_3O^+] = 1{,}58.10^{-11}$mol/L ; $[OH^-] = 6{,}31.10^{-4}$mol/L ;
$[NH_4^+] = [OH^-] = 6{,}31.10^{-4}$mol/L ; $[NH_3] = 1{,}94.10^{-2}$mol/L.

2.1. $\frac{[NH_4^+]}{C_O} = 3{,}16.10^{-2}$.

2.2. L'ammoniac s'ionise partiellement dans l'eau.

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$.

2.3 R = $4{,}86.10^{-10}$.

3.1. Interaction entre deux couples acide/base au cours de laquelle il y a transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple.

3.2. Utiliser l'électroneutralité et la conservation de la matière.

3.3. R = 5,01.10^{-10}. R est presque constant. L'ajout de l'acide fort n'influe pas sur la constante R.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 05

1.1. Quotient de la masse volumique d'un corps par la masse volumique de l'eau.

1.2. Densité $d = \frac{m}{a_e.V}$.

1.3. d = 1,05.

2.1. Quotient de la quantité de matière par le volume de la solution.

2.2 $\frac{C_1.V_1}{V_1+V_b} = [Na^+] + [CH_3COOH]$ avec $[Na^+] = [CH_3COO^-]$.

2.3. $C_1 = \frac{V_T}{V_1}(\frac{C_b.V_b}{V_T} + [CH_3COOH])$, $C_1 = 4{,}0.10^{-2}$mol/L.

3.1. $C_O = \frac{p.d.a_e}{M}$.

3.2 Densité $d = \frac{100.C_1.M}{p.a_e}$.

3.3. Densité d = 1,05.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE/BASE 06

1.1. Espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de capter au moins un proton.
1.2. Utiliser $[NH_4^+] = [OH^-]$ avec $[H_3O^+] \ll [OH^-]$.
1.3. $C = 2{,}0.10^{-2}$mol/L.

2.1. Ion ammonium.

2.2. pH = 8,4 ≠ 14 + log C.

2.3. $[NH_3] = 1{,}9.10^{-2}$mol/L.

3.1. Interaction entre deux couples acide/base au cours de laquelle il y a transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple.

3.2. $[NH_4^+] = [Cl^-] = \frac{C_a.V_a}{V_a+V_b}$.

3.3. $\frac{[NH_4^+]}{C} = 0{,}5$. L'acide fort a favorisé l'ionisation de l'ammoniac de 50 %.

CHAPITRE 4 : CONSTANTE D'ACIDITE. CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE/BASE.

L'essentiel du cours

- Constante d'acidité ou constante de l'équilibre d'ionisation dans l'eau : pour tout couple acide/base : $A + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$ $K_A = \frac{[B][H_3O^+]}{[A]}$; $pK_A = -\log K_A$; $pH = pK_A + \log\frac{[B]}{[A]}$.
- Domaines de prédominance : pour $pH = pK_A$, l'acide et la base conjugués ont la même concentration.
- Pour $pH > pK_A$, la base B est l'espèce prédominante.
- Pour $pH < pK_A$, l'acide A est l'espèce prédominante.
- Indicateurs colorés acido-basiques : $H\,In + H_2O \rightleftharpoons In^- + H_3O^+$; $pH = pK_{A_i} + \log\frac{[In^-]}{[HIn]}$.
- Pour $pH < pK_{A_i} - 1$, l'indicateur a sa teinte acide.

- Pour pH > $pK_{A_i} + 1$, l'indicateur a sa teinte basique.
- Pour pH = pK_{A_i}, l'indicateur prend sa teinte sensible.
- La zone de pH comprise entre $pK_{A_i} - 1$ et $pK_{A_i} + 1$ est appelée zone de virage.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 01

Donnée : $k_e = 1{,}0.10^{-14}$ à 25 °C.

Lorsqu'elles se sentent en danger, les fourmis rousses projettent un venin sur leur agresseur. Ce venin contient de l'acide formique concentré à plus de 50 %. Cet acide est un liquide incolore à l'odeur forte. Il est corrosif pour la peau qui est composée d'environ 70 % d'eau.

1. L'acide formique est l'acide carboxylique le plus simple, il a pour formule HCOOH. Il est très soluble dans l'eau.

1.1 Définir un acide faible.

1.2 Compléter l'équation-bilan de réaction de l'acide formique avec l'eau.

$$...(1)..... + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + ...(2)........$$

1.3 Ecrire les couples acide-base mis en jeu dans la réaction ci-dessus.

2. Une solution aqueuse d'acide formique de $pK_a = 3{,}75$ à un pH = 2,9.

2.1 Inventorier les espèces présentes dans la solution d'acide formique.

2.2 Montrer que $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{pH - pK_a}$.

2.3 Déterminer la concentration C de l'acide formique.

3. On mélange 20 ml d'une solution d'acide formique de concentration molaire $C_a = 0{,}011$ mol/L et 10 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0{,}011$ mol/L. Le pH de la solution obtenue est pH = 3,75.

3.1 Définir une réaction acido-basique.

3.2 Compléter l'équation-bilan suivante : HCOOH + ...(1)... .. $\longrightarrow$ ..(2)... + H_2O.

3.3 Retrouver le pK_a de la solution d'acide formique.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 02

Le vert de bromo-crésol est un indicateur coloré acido-basique. La forme acide Hind est jaune tandis que la forme basique Ind^- est bleue. On érudie les caractéristiques de cet indicateur coloré.

1. On dispose d'une solution commerciale S de vert de bromo-crésol à 0,020 % en solution aqueuse. La concentration molaire en soluté apporté de cette solution est C = $2{,}9.10^{-4}$ mol/L. Après avoir étalonné un pH-mètre, on mesure le pH d'un volume V = 100 ml de la solution S, on obtient pH = 4,2.

1.1 Définir un indicateur coloré.

1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide Hind avec l'eau.

1.3 Déterminer le pKa du couple du vert de bromo-crésol.

2. Le vert de bromo-crésol prend sa teinte acide lorsque [HInd]/$[Ind^-]$ > 10 et il prend sa teinte basique lorsque $[Ind^-]$/ [HInd] > 10. Le pKa du vert de bromo-crésol est pKa = 4,8.

2.1 Définir la zone de virage d'un indicateur coloré.

2.2 Donner la relation entre pH, pKa, [HInd] et $[Ind^-]$.

2.3 Déterminer l'intervalle des valeurs de pH pour lesquelles l'indicateur coloré prend sa teinte sensible.

3. On ajoute quelques gouttes du vert de bromo-crésol dans une solution d'acide éthanoïque de pH = 3,2.

3.1 Présenter pourquoi n'ajoute-t-on que quelques gouttes d'indicateur coloré dans une solution.
3.2 Justifier la couleur prise par la solution d'acide éthanoïque après l'ajout de quelques gouttes du vert de bromo-crésol.
3.3 Tracer le diagramme de prédominance du vert de bromo-crésol en faisant figurer la zone de virage.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 03

Le but de cet énoncé est de comprendre pourquoi le pH d'une eau distillée laisser à l'air libre diminue.

1. Le pH de l'eau pure à 25 °C.

Dans toute solution aqueuse se produit la réaction d'autoprotolyse de l'eau. À 25 °C, des mesures de concentration électrique montrent que pour de l'eau pure :

$[H_3O^+] = [OH^-] = 1{,}0.10^{-7}$ mol/L.

1.1 Définir le pH d'une solution aqueuse.
1.2 Donner l'expression et la valeur du produit ionique de l'eau.
1.3 Calculer la valeur du pH de l'eau pure à 25 °C.

2. De l'eau fraîchement distillée et laissée quelque temps à l'aire libre dans un bécher, à 25 °C, voit son pH diminuer progressivement puis se stabiliser à la valeur de 5,7. La dissolution lente et progressive dans l'eau distillée du dioxyde de carbone présent dans l'air permet d'expliquer cette diminution du pH. Un équilibre s'établit entre le dioxyde de carbone présent dans l'air et celui qui est dissous dans l'eau distillée noté CO_2, H_2O.
On ne tiendra pas compte de la réaction entre les ions HCO_3^- et l'eau. Le couple du dioxyde de carbone dissous est $CO_2, H_2O / HCO_3^-$(aq) dont la constante $pK_a = 6{,}4$. Le pH de cette solution est égal à 5,7.

2.1 Donner l'expression de la constante d'acidité associée à la réaction :

$$CO_2, H_2O + H_2O\ (l) \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+.$$

2.2 Préciser l'espèce prédominante entre CO_2, H_2O et HCO_3^- dans l'eau distillée de pH = 5,7. Justifier.
2.3 Tracer le diagramme de prédominance des espèces HCO_3^- et CO_2, H_2O.
3. Concentration molaire apportée en dioxyde de carbone dissous.
3.1 Donner l'expression entre pH, pK_a, $[HCO_3^-]$ et $[CO_2, H_2O]$.
3.2 Montrer que $[CO_2, H_2O] = [H_3O^+].10^{pK_a - pH}$.
3.3 Déterminer la concentration C apportée en dioxyde de carbone de l'eau distillée.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 04

Le chlorure d'hydroxyl-ammonium NH_3OH-Cl est un solide ionique blanc, utilisé dans le domaine industriel pour la synthèse de colorants et de produits pharmaceutiques.

On se propose d'étudier le caractère acide d'une solution aqueuse S de chlorure d'hydroxyl-ammonium de concentration C = 0,030 ml/L préparée au laboratoire de chimie du M.P.I.G.

L'ion hydroxyl-ammonium appartient au couple NH_3OH^+ / NH_2OH de $pK_a = 6{,}0$.

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.
1.2 Compléter les équations : $NH_3OH\text{-}Cl \xrightarrow{H_2O}$ .... + ...

.... + $H_2O \rightleftharpoons NH_2OH$ + ...

1.3 Tracer le diagramme de prédominance du couple : NH_3OH^+ / NH_2OH.

2. Le pH de la solution aqueuse de S est égal à 3,8.

2.1 Définir la constante d'acidité.

2.2 Montrer que $K_a = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$.

2.3 Calculer la pka de ce couple. Comparer celle valeur avec la donnée.

3. Les ions ammonium NH_4^+ font partie du couple NH_4^+ / NH_3 ayant pour $pK_a = 9,2$. Une solution de chlorure d'ammonium $(NH_4^+ + Cl^-)$ de concentration C = 0,030 mol/L, a un pH = 5,4.

3.1 Présenter quand est-ce que deux espèces forment un couple acide base.

3.2 Préciser quelle espèce du couple NH_4^+ / NH_3 prédomine dans cette solution.

3.3 Présenter, des espèces NH_3OH^+ et NH_4^+, l'acide qui réagit le plus avec l'eau pour une même concentration.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 05

Données : $pK_a = 3,90$; $k_e = 2,40.10^{-14}$ à 37° C.

L'acide lactique, de formule CH_3-CHOH-COOH, peut se former par fermentation du lactose contenu dans le lait. Le pH mesuré d'un lait, à 37 ° C est égal à 6,7.

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Donner l'espèce prédominante dans ce lait lorsque son pH = 6,7 à 37° C. Justifier.

1.3 Déterminer le rapport des concentrations $[A^-]/[AH]$ dans ce lait.

2. La formation d'acide lactique, lors des efforts musculaires, est responsable des crampes ; sa base conjuguée est au contraire sans effet. Pour lutter contre les crampes, on conseille de boire de l'eau « basique ». Pour comprendre cette affirmation, on mélange de l'acide lactique et des ions hydroxyde à 37 ° C.

2.1 Nommer la base conjuguée de l'acide lactique.

2.2 Compléter l'équation bilan de la réaction entre l'acide lactique et les ions basiques :

$$\ldots\ldots\ldots\ldots + OH^- \longrightarrow CH_3\text{-CHOH-COO}^- + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

2.3 Présenter alors l'usage d'une boisson basique pour éviter les crampes dues à l'acide lactique.

3. On prépare une solution d'acide lactique de concentration $C_a = 0,050$ mol/L. La mesure de son pH donne 2,6 à 25 °C.

3.1 Inventorier les espèces présentes dans cette solution.

3.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre cet acide (sous la forme AH) et l'eau.

3.3 Déterminer le pK_a du couple acide-base de l'acide lactique. Comparer avec la donnée.

ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 06.

Un acide faible réagit partiellement avec l'eau. Au cours de la réaction, les fractions d'acide AH et de la base A^- évoluent en sens inverse, en fonction du pH de la solution.

1. Le diagramme ci-dessous représente les pourcentages d'évolution des espèces acide CH_3COOH et basique CH_3COO^- en fonction du pH au cours de la réaction entre l'acide éthanoïque avec l'eau.

1.1 Donner la relation entre pH, pK_a, $[A^-]$ et [AH].

1.2 Compléter l'équation-bilan : CH_3COOH + H_2O .... + ...

1.3 Présenter, à partir du graphique, la valeur du pK_a du couple de l'acide éthanoïque.

2. Domaine de prédominance.

2.1 Donner la condition pour laquelle une espèce A prédomine par rapport à une espèce B.

2.2 Préciser l'espèce qui prédomine dans la solution d'acide éthanoïque de pH = 3,2 de constante $pK_a = 4{,}8$.

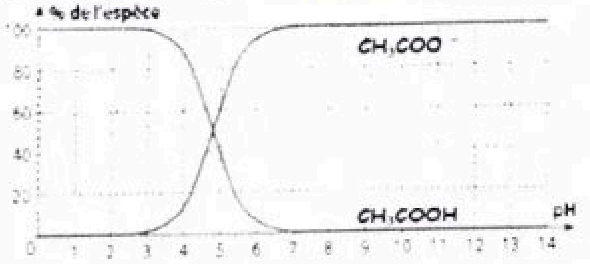
2.3 Tracer le diagramme de prédominance de l'acide éthanoïque.

3. Soit une solution d'acide éthanoïque de concentration C = 0,020 mol/L. La mesure de pH de cette solution donne 3,2.

3.1 Définir la constante d'acidité.

3.2 Préciser les couples acide-base dans la réaction 1.2.

3.3 Déterminer la constante pK_a du couple acide-base de l'acide éthanoïque.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 4 : CONSTANTE D'ACIDITE. CLASSIFICATION DES COUPLES ACDE/BASE

CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 01

1.1 Un acide est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est partielle.

1.2 Equation bilan : (1) : HCOOH et (2) : H_3O^+.

1.3 Couples acide-base : HCOOH/$HCOO^-$ et H_3O^+/H_2O.

2.1 Espèces présentes : HCOOH ; H_2O; $HCOO^-$; H_3O^+ ; OH^-.

2.2 Expression à partir de la relation : pH = pKa + log $(\frac{[B]}{[A]})$.

2.3 $[H_3O^+] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L ; $[HCOO^-] \approx [H_3O^+] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L ; [HCOOH] = $\frac{[HCOO^-]}{10^{pH-pka}}$ = $9{,}2.10^{-3}$ mol/L d'où C = [HCOOH] + $[HCOO^-]$ = 0,011 mol/L.

3.1 Echange de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple acide-base.

3.2 Equation bilan : (1) : OH^- et (2) : $HCOO^-$.

3.3 Constante pka du couple acide-base : $[H_3O^+] \ll [OH^-]$; $[OH^-] \ll [Na^+]$

$[HCOO^-] \approx [Na^+] = \frac{C_b.V_b}{V_a+V_b} = 3{,}7.10^{-3}$ mol/L ; [HCOOH] = $\frac{C_a.V_a}{V_a+V_b}$ - $[HCOO^-] = 3{,}7.10^{-3}$ mol/L.

Alors pKa = pH = 3,75.

CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 02

1.1 C'est une espèce chimique dont les formes acide et basique conjuguées présentent des couleurs différentes en solution aqueuse.

1.2 Hind + $H_2O \rightleftarrows Ind^- + H_3O^+$.

1.3 $k_a = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$ d'où $pK_a = 4{,}8$.

2.1 Zone dans laquelle l'indicateur coloré n'a ni la couleur de sa forme acide ni la couleur de sa forme basique.

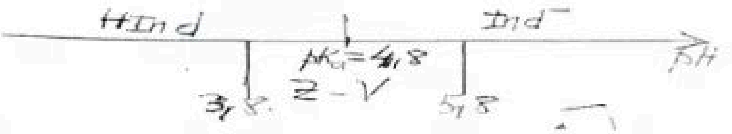
2.2 pH = $pK_a + \log\frac{[Ind^-]}{[HInd]}$.

2.3 Intervalle de pH : teinte acide jaune : pH < 3,8 ; teinte basique bleue : pH > 5,8.

3.1 Un indicateur coloré a des propriétés acido-basiques. Un ajout en grande quantité modifierait le pH de la solution.

3.2 Couleur jaune car pH < pK_a.

3.3 Diagramme de prédominance :



CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 03

1.1 C'est l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions hydronium.
1.2 Produit ionique $k_e = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$.
1.3 pH = - log $[H_3O^+] = 7{,}0$.

2.1 Constante d'acidité : $k_a = \frac{[H_3O^+].[HCO_3^-]}{[CO_2,H_2O]}$.

2.2 L'espèce CO_2, H_2O prédomine par rapport à HCO_3^- car pH < pK_a.

2.3 Diagramme de prédominance :

CO_2, H_2O | HCO_3^-

$pK_a = 6{,}4$

3.1 Relation : pH = $pK_a + \log\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2,H_2O]}$.

3.3 pH < 7 ; .$[HCO_3^-] = [H_3O^+]$; $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2,H_2O]} = 10^{pH-pK_a}$; d'où $[CO_2, H_2O] = [H_3O^+].10^{pK_a-pH}$.

3.3 Concentration C = $[H_3O^+](1 + 10^{pK_a-pH}) = 1{,}2.10^{-5}$ mol/L.

CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 04

1.1 Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.

1.2 Equation-bilan : $NH_3OH\text{-}Cl \xrightarrow{H_2O} NH_3OH^+_{aq} + Cl^-$;
$NH_3OH^+ + H_2O \rightleftarrows NH_2OH + H_3O^+$.

1.3 Diagramme de prédominance :

NH_3OH^+ | NH_2OH

$pK_a = 6{,}0$ pH

2.1 C'est une mesure quantitative de la force d'un acide en solution.

2.2 $k_a = \frac{[H_3O^+].[NH_2OH]}{[NH_3OH^+]}$; . [NH_2OH] = $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ et $[NH_3OH^+] = C - [H_3O^+]$.

2.3 k_a =8,4.10^{-7} soit $pK_a = 6,1 \approx 6,0$.

3.1 Deux espèces forment un couple acide base lorsqu'il est possible de passer de l'une à l'autre par perte ou gain d'un proton.

3.2 Espèce prédominante : NH_4^+.

3.3 6,0 < 0,2 l'espèce NH_3OH^+ est plus acide que NH_4^+.

CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 05

1.1 Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.

1.2 Le pH > pK_a, l'espèce prédominante est CH_3-CHOH-COO^-.

1.3 $\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{pH-pK_a} = 6,31.10^2$.

2.1 La base conjuguée est l'ion lactate.

2.2 Equation bilan : CH_3-CHOH-COOH + OH^- $\longrightarrow$ CH_3-CHOH-COO^- + H_2O.

2.3 Les ions hydroxyde présents dans une eau basique permettent de transformer l'acide lactique en ion lactate. Le phénomène de crampe est atténué car la concentration en acide lactique diminue.

3.1 espèces présentes : CH_3-CHOH-COO^- ; H_2O ; CH_3-CHOH-COOH ; OH^- ; H_3O^+.

3.2 Equation-bilan : AH + H_2O $\rightleftarrows$ A^- + H_3O^+.

3.3 Déterminons le pK_a : $[A^-] = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 2,5.10^{-3}$ mol/L ; [AH] = $C_a - [A^-] = 0,047$ mol/L d'où pK_a = pH − log($\frac{[A^-]}{[AH]}$) = 3,87 ≈ 3,9. Ce qui confirme la donnée.

CORRIGE ENONCE CONSTANTE D'ACIDITE 06

1.1 Relation : pH = pK_a + log$\frac{[A^-]}{[AH]}$.

1.2 Equation-bilan : CH_3-COOH + H_2O $\rightleftarrows$ CH_3-COO^- + H_3O^+.

1.3 Au point d'intersection des deux courbes $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$ alors pH = $pK_a = 4,8$.

2.1 L'espèce A prédomine par rapport à B si [A] > [B].

2.2 pH < pK_a, l'espèce CH_3COOH prédomine par rapport à CH_3-COO^-.

2.3 Diagramme de prédominance : CH_3COOH | CH_3-COO^- ; pK_a = 4,8 ; pH

3.1 C'est une mesure quantitative de la force d'un acide en solution.

3.2 Couples : CH_3COOH / CH_3-COO^- ; H_3O^+ / H_2O.

3.3 $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 6,3.10^{-4}$ mol/L ; $[CH_3COOH] = C_a - [CH_3COO^-] = 1,94.10^{-2}$ mol/L.

pK_a = pH - log$\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ = 4,7.

CHAPITRE 5 : REACTIONS ACIDO-BASIQUES. DOSAGES. SOLUTIONS TAMPONS

L'essentiel du cours

- Réaction entre un acide fort et une base forte : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$.
- Equivalence : n $(OH^-)_{ajoutés}$ = n $(H_3O^+)_{init.présents}$; $C_A.V_A = C_B.V_{B_E}$.
- Réaction entre un acide faible et une base forte : AH + $OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$.

  Ou $BH^+ + OH^- \longrightarrow$ B + H_2O
- Equivalence : n $(OH^-)_0$ = n (AH) ; $C_A.V_A = C_B.V_{B_E}$
- Demi équivalence : [AH] = $[A^-]$; pH = pK_A.
- Réaction entre un acide fort et une base faible : H_3O^+ + B $\longrightarrow BH^+ + H_2O$
- Ou $A^- + H_3O^+ \longrightarrow$ AH + H_2O
- Equivalence : n $(B)_{init}$ = n $(H_3O^+)_{ajoutés}$; $C_A.V_{A_E} = C_B.V_B$.
- Demi équivalence : [B] = $[BH^+]$; pH = pK_A.

ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 01

Données : pK_a (NH_4^+/NH_3) = 9,2 ; M (NH_4Cl) = 53,5 g/mol.

Au cours d'une évaluation de vérification des acquis, un professeur soumet à ses élèves cet énoncé.

Un flacon contient des cristaux solides de chlorure d'ammonium NH_4Cl pur. Le laboratoire dispose du matériel suivant : flacon contenant des cristaux de chlorure d'ammonium, balance de précision, verre de montre, spatule, entonnoir, agitateur magnétique, béchers de 100, 200 et 500 ml, pipettes jaugées de 10 et 20 ml.

1. On veut préparer 500 ml d'une solution (A) de chlorure d'ammonium de concentration C = 0,10 mol/L.

1.1 Définir une solution aqueuse de chlorure d'ammonium.

1.2 Ecrire l'équation-bilan de dissociation de chlorure d'ammonium et celle qui accompagne la dissolution des ions ammonium dans l'eau.

1.3 Présenter le mode opératoire de préparation de la solution (A).

2. On mélange un volume V_B = 60 ml de la solution (B) d'ammoniac de concentration C_B = 0,10 mol/L et un volume V_A = 40 ml de la solution (A), on obtient une solution (S).

2.1 Donner la nature du mélange réalisé.

2.2 Indiquer les espèces majoritaires dans la solution (S).

2.3 Déterminer le pH de la solution (S).

3. On ajoute $1{,}0.10^{-3}$ mol d'une solution d'acide chlorhydrique à la solution (S) sans variation de volume.

3.1 Compléter l'équation bilan : $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow$ .... + ...

3.2 Donner les propriétés d'une solution tampon.

3.3 Démontrer que cette solution est tampon.-

ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 02

Le Destop est un produit ménager qui permet de déboucher les canalisations. Sur l'étiquette on trouve les inscriptions suivantes : contient de l'hydroxyde de sodium en solution ; 20 % en masse ; n'attaque pas l'email , dissout toute matière organique.

La solution commerciale S_0 de concentration C_0, étant trop concentrée, on la dilue 100 fois. On obtient une solution, noté S, d'apparence incolore.

1. Dans cette partie, on considère que le Destop est uniquement constitué d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
   On prélève un volume V = 50 ml de la solution S que l'on verse dans un erlenmeyer. On ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré, le bleu de bromothymol (B.B.T). On dose par de l'acide chlorhydrique de concentration C_a = 0,20 mol L. Le volume d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence est V_{a_E} = 15 ml.
   Données : $k_e = 1,0.10^{-14}$ à 25 °C ; masse volumique du Destop : ρ = 1,20 g/ml ; masse molaire de Na OH : 40 g/mol ; zone de virage : 6 ≤ pH ≤ 7,6 le B.B.T prend une teinte verte.

1.1 Donner le principe d'un dosage.

1.2 Justifier le choix porté sur l'indicateur coloré le bleu de bromothymol et comment repère-t-on le passage à l'équivalence.

1.3 Déterminer la concentration C_0 de la solution commerciale à l'aide des données et comparer avec les résultats du dosage.

2. En réalité, la solution commerciale ne contient pas que de l'hydroxyde de sodium en solution. Quand on ouvre prudemment une bouteille de Destop, il se dégage notamment une odeur d'ammoniac.
   On souhaite connaitre la composition quantitative du Destop en ammoniac et en hydroxyde de sodium.
   On procède alors à un titrage pH-métrique, réalise dans les conditions de l'expérience précédente, permettant de déterminer les concentrations molaires de l'ammoniac et des ions hydroxyde en solution. On obtient la courbe de dosage ci-dessous.
   On admet que lors du dosage d'une solution contenant un mélange d'ions hydroxyde et d'ammoniac par de l'acide chlorhydrique, ce dernier réagit d'abord avec les ions hydroxyde (ce qui correspond au premier point d'équivalence E_1) puis avec l'ammoniac (ce qui correspond au second point d'équivalence E_2).

2.1 En exploitant le premier point d'équivalence E_1, donner la valeur du pH_{E_1}.

2.2 Justifier que l'ammoniac est toujours présent dans le mélange au point E_1.

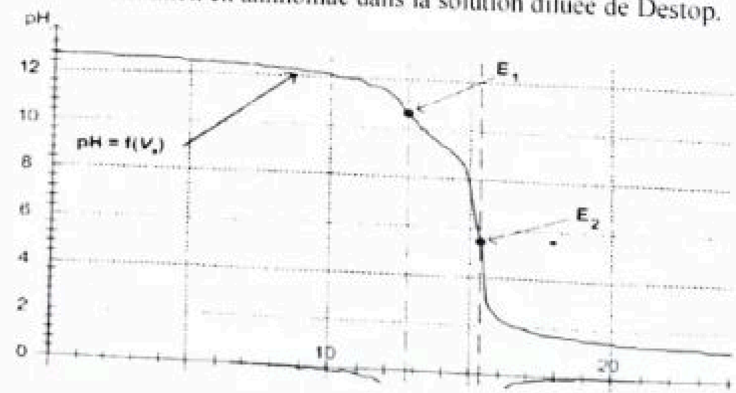
2.3 Déterminer la concentration en ions hydroxyde da la solution diluée de Destop.

3. Exploitation du point d'équivalence E_2.

3.1 Donner le couple acide base de l'acide chlorhydrique mis en jeu dans le dosage.

3.2 Justifier que tout l'ammoniac a réagi à la seconde équivalence E_2.

3.3 Déterminer la concentration en ammoniac dans la solution diluée de Destop.



ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 03

Masse molaire : M(CH_3COOH) = 60 g/mol.

On souhaite déterminer la concentration C en acide éthanoïque d'un vinaigre. Pour cela, on prépare une solution S à titrer, en diluant dix fois le vinaigre. La concentration de soluté apporté d'acide éthanoïque dans S est notée C_S. On procède ensuite à un titrage pH-métrique d'un volume V_S = 10 ml de S par une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium, de concentration C_B = 0,11 mol/L. La courbe de dosage est donnée ci-dessous.

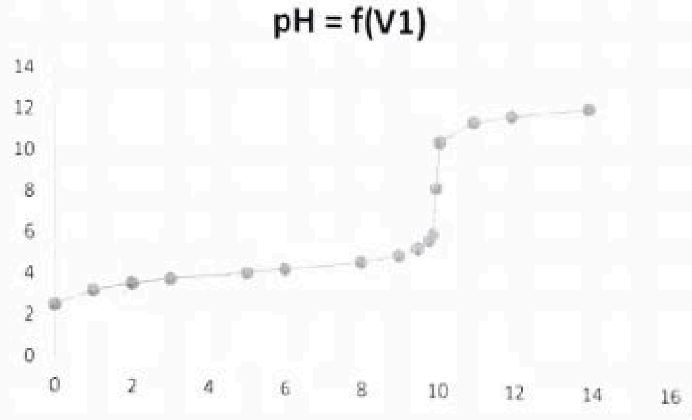
1.1 Définir l'équivalence acido-basique.
1.2 Justifier graphiquement que l'acide éthanoïque est un acide faible.
1.3 En précisant la méthode utilisée, déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

2. Sachant que l'acide éthanoïque réagit de façon limitée avec l'eau.

2.1 Définir une réaction acido-basique.
2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction de titrage.
2.3 Déterminer la concentration molaire de l'acide titré C_S et la concentration C du vinaigre étudié.

3. On considère le mélange lorsque le volume d'hydroxyde de sodium versé est V_B = 5,0 ml.

3.1 Donner la nature de la solution obtenue en ce point.
3.2 Préciser les propriétés d'une telle solution.
3.3 Déterminer le pK_a du couple acide base de l'acide éthanoïque et le volume d'acide à ajouter pour préparer cette solution.



ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 04

Donnée : Masse molaire de l'ibuprofène :

L'étiquette d'un médicament étudié indique 200 mg d'ibuprofène par gélule. On se propose de vérifier cette information par titrage. L'ibuprofène, noté AH, est un acide carboxylique réagissant avec l'eau par une transformation limitée.

1. Après avoir éliminé l'excipient, on ajoute à l'ibuprofène solide un volume V_B = 200 ml de la solution d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire $C_B = 9{,}0.10^{-3}$ mol/L. On obtient une solution S de volume V = 200 ml d'une solution S limpide. Dans la réaction qui a lieu, le réactif limitant est l'ibuprofène.

1.1 Définir une réaction stœchiométrique.
1.2 Donner le couple acide-base mise en jeu par l'hydroxyde de sodium.
1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ibuprofène AH et l'hydroxyde de sodium.

2. On réalise le titrage colorimétrique de l'excès d'ions hydroxyde contenus dans la totalité de la solution S par un solution A d'acide chlorhydrique, de concentration $C_A = 0,050$ mol/L. L'équivalence acido-basique est repérée pour un volume d'acide versé $V_{A_E} = 16,8$ ml.
2.1 Nommer l'indicateur coloré qui convient pour ce dosage.
2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.
2.3 Calculer la quantité d'ions hydroxyde dosée par l'acide chlorhydrique.
3. Vérification de l'indication.
3.1 Définir la mole.
3.2 Montrer que la quantité de matière d'acide ibuprofène dosée par l'hydroxyde de sodium est n(AH) = $9,60.10^{-3}$ mol.
3.3 Calculer la masse expérimentale d'ibuprofène présente dans la gélule. Conclure.

Indicateur	Zone de virage
Rouge de bromophénol	5,2--- 6,8
Bleu de bromothymol	6,0 –7,6

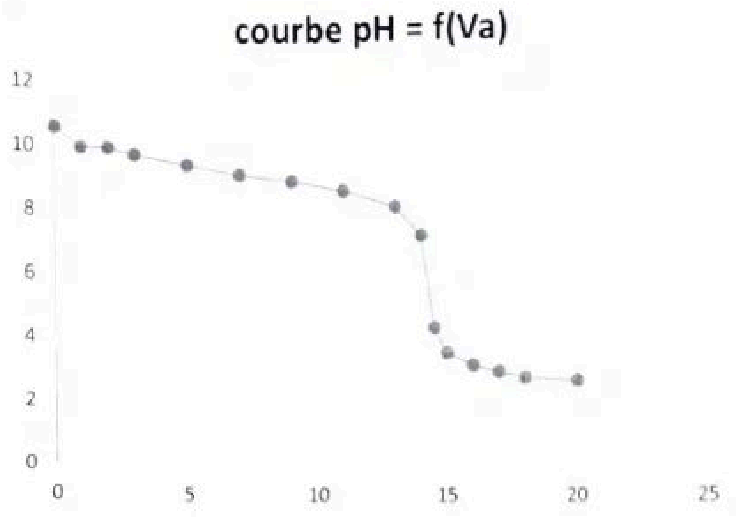
ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 05

L'ammoniac est l'un des composés les plus synthétisés au monde. Il est utilisé comme réfrigérant et pour la synthèse des engrais. C'est un solvant ionisant qui permet de développer une réaction chimique acido-basique.

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution commerciale d'ammoniac S_O, on lit : 20 % en masse d'ammoniac pur ;

- Densité d = 0,92 ;
- M (NH_3) = 17 g/mol ;
- Masse volumique de l'eau : a_e = 1,0 g/ml.

1. L'inscription marquant la concentration de la solution commerciale est inexistante. On envisage donc sa détermination par deux méthodes différentes.
   1.1. Définir une solution aqueuse.
   1.2. Montrer que $C_O = \frac{200.d}{17}$.
   1.3. Calculer la concentration C_O de la solution commerciale.
2. Détermination par dilution et dosage.
   On dilue une partie de la solution commerciale afin d'obtenir une solution S.
   On dispose de la verrerie suivante :
- Béchers : 50 ml, 100 ml, 250 ml ;
- ERLEN Meyers: 125 ml, 250 ml, 1000 ml;
- Fioles jaugées : 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml ;
- Pipettes jaugées : 1 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml ;
- Eprouvettes graduées : 10 ml, 25 ml, 50 ml.
   2.1. Donner le principe de la dilution.
   2.2. Justifier le choix du matériel pour diluer 1000 fois la solution commerciale.
   2.3. Ecrire en deux ou trois lignes, le mode opératoire.
3. On dose un volume V_b = 20 mL de la solution diluée S d'ammoniac par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 1,5.10^{-2}$mol/L. Les résultats ont permis de tracer le graphe pH = f (V_a).
   3.1. Donner les couples acide/base mis en jeu dans ce dosage.
   3.2. Etablir la relation donnant la concentration molaire C_O en fonction de C_a, V_{aE} et V.
   3.3. Calculer la concentration C_O. Conclure.



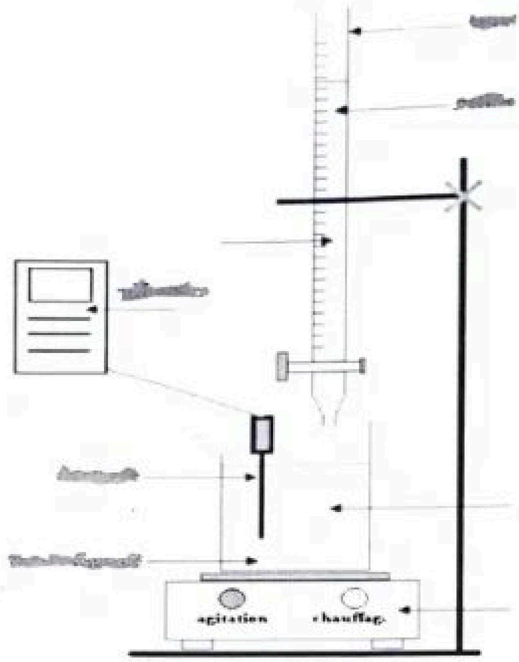
ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 06

Donnée : $K_a = 6{,}31.10^{-10}$; $K_e = 1{,}00.10^{-14}$; M(N) = 14 ; M(Cl) = 35,5 ; M(H) = 1,0 en g/mol.

En chimie, on réalise une opération dite de titrage lorsque l'on souhaite déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution. Il s'agit d'une technique de dosage.

Les solutions tampons sont des solutions stables en pH. Une addition modérée d'eau, d'acide ou de base ne fait varier que peu le pH.

1. On dissout 53,5 mg de chlorure d'ammonium dans une solution S_b d'ammoniac NH_3 et on complète le volume à 1,0 L. Le mélange obtenu a un pH = 10,2.
   1.1 Définir la concentration molaire volumique.
   1.2 Inventorier les espèces chimiques présentes dans le mélange.
   1.3 Déterminer la concentration molaire de toutes les espèces chimiques inventoriées sauf celle de l'eau.
2. On ajoute un volume V_a = 12,0 ml de solution d'acide chlorhydrique molaire (1,0 mol/L) pour doser tout l'ammoniac de la solution S_b.
   2.1 Annoter le montage expérimental du dosage.
   2.2 Montrer que la quantité de matière initiale d'ammoniac contenu dans la solution S_b est égale à 1,2. 10^{-2} mol.
   2.3 Démontrer que cette quantité est équivalente à celle de l'acide chlorhydrique ajoutée pour doser tout l'ammoniac de la solution S_b.
3. Pour préparer un volume V = 100 ml de la solution tampon de pH = 9,2, on mélange un volume V_b de solution d'ammoniac de concentration C_b = 0,10 mol/L et un volume V_a de solution de chlorure d'ammonium de concentration C_a = 0,10 mol/L.
   3.1 Définir une solution tampon.
   3.2 Préciser les propriétés d'une telle solution.
   3.3 Déterminer les volumes V_a et V_b nécessaire pour préparer cette solution tampon.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 5 : REACTIONS ACIDO-BASIQUES. SOLUTIONS TAMPONS

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 01

1.1 C'est une solution d'ions NH_4^+ et Cl^- entourés des molécules d'eau.

1.2 Equations bilans : $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ et $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$.

1.3 Pour prépare 500 ml de la solution (A) on a besoin d'une masse m = C.V.M = 2,7 g. À l'aide de la balance de précision, de la spatule et le verre de montre, on pèse 2,7 g de chlorure d'ammonium solide. À l'aide de l'entonnoir, on introduit ce solide dans une fiole jaugée de 500 ml, on ajoute de l'eau distillée au $^3/_4$, on agite puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2.1 Mélange de base faible avec son acide conjugué.

2.2 Les espèces majoritaires sont NH_4^+, NH_3 et Cl^-.

2.3 La réaction prépondérante est $NH_4^+ + NH_3 \rightleftharpoons NH_3 + NH_4^+$: $[NH_4^+] = [Cl^-] = \frac{C_A.V_A}{V_A+V_B}$; $[NH_3] = \frac{C_B.V_B}{V_A+V_B}$ alors pH = $pK_a + \log(\frac{V_B}{V_A}) = 9,4$.

3.1 Equation bilan : $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$.

3.2 Le pH d'une solution tampon varie peu : lors d'une dilution modérée et lors d'une addition modérée d'acide fort ou de base forte.

3.3 On a n $(NH_3)_{apporté} = 6,0.10^{-3}$ mol et n $(H_3O^+)_{apport} = 1,0.10^{-3}$ mol réactif limitant ; il reste après réaction $5,0.10^{-3}$ mol de NH_3 et il y aura $4,0.10^{-3} + 1,0.10^{-3} = 5,0.10^{-3}$ mol de NH_4^+ dans le mélange d'où pH = 9,2 + log $(\frac{5.10^{-3}/V}{5.10^{-3}/V}) = 9,2$, pH = pK_a solution tampon.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 02

1.1 Doser une espèce chimique dans une solution c'est déterminer sa concentration dans la solution considérée.

1.2 La solution obtenue à l'équivalence est neutre, $6 \leq pH_E = 7{,}0 \leq 7{,}6$. On repère l'équivalence lorsque l'indicateur coloré vire au vert.

1.3 Au point d'équivalence : $C_S = \frac{C_a.V_{a_E}}{V_S}$; $C_0 = 100 \times C_S = 6{,}0$ mol/L et $C_0 = \frac{p.\rho}{M} = 6{,}0$ mol/L par suite $C_{0_{exp}} = C_0$.

2.1 Au point d'équivalence $pH_{E_1} = 10{,}8$.

2.2 Le premier dosage est celui d'un acide fort avec une base forte, la solution obtenue est neuter or $pH_{E_1} > 7{,}0$. L'ammoniac, solution basique est toujours présent.

2.3 Concentration en ions hydroxyle : $C_{(OH^-)} = \frac{C_a.V_{E_1}}{V_a} = \frac{0{,}20 X 12{,}9}{50} = 0{,}052$ mol/L.

3.1 Couple acide base H_3O^+/H_2O.

3.2 Au point d'équivalence E_2: $pH_{E_2} = 5{,}6 < 7{,}0$ car solution acide prédominée par l'ion NH_4^+ selon l'équation : $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$.

3.3 Concentration en ammoniac : $C_{NH_3} = \frac{C_a.V_{E_2}}{V_a} = \frac{0{,}20 X 15{,}2}{50} = 0{,}061$ mol/L.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 03

1.1 Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangé dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

1.2 La courbe de dosage admet deux points d'inflexion ; il s'agit de la réaction entre un acide faible et une base forte.

1.3 Par la méthode des tangentes parallèles. E ($V_{b_E} = 10$ ml ; $pH_E = 8{,}6$).

2.1 C'est un échange de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple acide base.

2.2 Equation bilan : $CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$.

2.3 Concentration $C_S = \frac{C_b.V_{bE}}{V_S}$; $C_S = 0{,}11$ mol/L ; $C = 10 \times C_S = 1{,}1$ mol/L

3.1 La solution obtenue est dite tampon.

3.2 Le pH d'une solution tampon varie peu :

- lors d'une dilution modérée

- lors de l'addition modérée d'un acide fort ou d'une base forte.

3.3 Demi-équivalence : pH = pKa = 4,8 et $n_b = \frac{1}{2}.n_a$; $V_a = 2.V_b = 10$ ml.

3.3 Titre massique $C_m = \frac{1{,}1}{60} = 0{,}018$ g/L.

CORIIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 04

1.1 Une réaction est stœchiométrique si les réactifs sont tous entièrement consommés à l'état final.

1.2 Couple acide base : H_2O/OH^-.

1.3 Equation bilan : $AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$.

2.1 Indicateur coloré : Le bleu de bromothymol.

2.2 Equation bilan : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$.

2.3 n $(OH^-) = C_A.V_{A_E} = 8{,}4.10^{-4}$ mol.

3.1 La mole est la quantité de matière contenant exactement $6{,}02.10^{23}$ entités élémentaires.

3.2 n (AH) = n $(OH^-)_0$ – n $(OH^-)_{equiv} = 0{,}2X9.10^{-3} - 8{,}4.10^{-4} = 9{,}6.10^{-4}$ mol.

3.3 Masse d'ibuprofène : m(AH) = n(AH).M = 0,198 g = 0,20 = 200 mg. L'indication portée sur l'étiquette est donc correcte.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 05

1.1 Solution dont le solvant est l'eau.

1.3 C_O = 11 mol/L.

2.1 Au cours de la dilution, la quantité de matière du soluté ne change pas.

2.2 Fiole jaugée de1000 ml et pipette graduée de 1 ml tel que : $V/V_O = 1000 = \frac{C_O}{C}$.

2.3 On prélève 1 ml de la solution commerciale à l'aide d'une pipette graduée que l'on introduit dans une fiole jaugée de 1000 ml, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

3.1 H_3O^+/H_2O et NH_4^+/NH_3.

3.2 $C_O = \frac{C_A.V_{AE}}{V}.10^3$.

3.3. C_O = 11 mol/L avec V_{AE} = 14,2 mL.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 06

1.1 Quotient de la quantité de matière par unité de volume.

1.2 H_3O^+ ; OH^- ; NH_3 ; Cl^- ; NH_4^+ ; H_2O.

1.3 Concentrations molaires : $[H_3O^+] = 6{,}31.\ 10^{-11}$ mol/L ; $[OH^-] = 1{,}58.10^{-4}$ mol/L ; $[Cl^-] = 1{,}0.10^{-3}$ mol/L ; $[NH_4^+] = 1{,}2.10^{-3}$ mol/L ; $[NH_3] = 1{,}2.10^{-2}$ mol/L.

2.1 De la gauche vers la droite : - pH-mètre dont la sonde plonge dans la solution d'acide chlorhydrique ; - burette graduée ; - solution d'acide chlorhydrique ; - bécher ; - solution d'ammoniac de volume V ; - agitateur magnétique.

2.2 Par la conservation de la matière : n $(NH_3)_0$ = ($[NH_4^+]$ + $[]NH_3$). V – n(NH_4Cl) = $1{,}2.10^{-2}$ mol.

2.3 $n_a = C_a.\ V_{a_E} = 1{,}2.10^{-2}$ mol = n $(NH_3)_0$.

3.1 Mélange équimolaire d'un acide faible et de sa base conjuguée.

3.2 pH varie peu : - lors d'un ajout d'acide fort et de base forte ; - lors d'une dilution modérée.

3.3 $n_a = n_b$; $C_a.\ V_a = C_b.\ V_b$ et $V_a + V_b$ = 100 ml, d'où $V_a = V_b$ = 50 ml.

CHAPITRE 6 : CINETIQUE CHIMIQUE

L'essentiel du cours

- *Soit une réaction chimique d'équation-bilan :*
  $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta D$.

- *Vitesse moyenne de formation d'une espèce D :* $\overline{V}_f(D) = \frac{n_D(t_2) - n_D(t_1)}{t_2 - t_1}$.
- *Vitesse instantanée de formation de l'espèce D :* $V_f(D) = (\frac{dn_D}{dt})_{t=t_i}$
- *Vitesse de disparition d'un réactif A :* $V_d(A) = -(\frac{dn_A}{dt})_{t=t_i}$
  $\frac{1}{\alpha}V_d(A) = \frac{1}{\beta}V_d(B) = \frac{1}{\gamma}V_f(C) = \frac{1}{\delta}V_f(D)$.
- *Vitesse volumique de formation de C :* $V_f(C) = \frac{d[C]}{dt}$.
- *Vitesse volumique de disparition de A :* $V_d(A) = -\frac{d[A]}{dt}$.
- *Facteurs cinétiques : la vitesse d'évolution d'un système croit généralement avec la concentration des réactifs lorsque ceux-ci sont gazeux, la surface de contact et la température.*
- *Lors d'une catalyse homogène, le catalyseur participe à la réaction ; il est consommé, puis régénéré.*
- *Une réaction catalysée par l'un de ses produits est dite autocatalytique.*
- *Dans une catalyse hétérogène, la réaction se déroule à la surface du catalyseur.*

ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 01

La vitesse de réaction est une fonction du temps, liée aux variations de la quantité de matière du réactif en défaut au cours du temps.

On considère un système chimique constitué à l'instant initial d'un volume $V_1 = 30$ ml d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de sodium $2Na^+(aq) + S_2O_8^{2-}(aq)$ et d'un volume $V_2 = 40$ ml d'une solution aqueuse d'iodure de potassium $K^+(aq) + I^-(aq)$. Les deux solutions ont une concentration initiale de soluté apporté $C = 0.20$ mol/L.

L'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se déroule est :

$$S_2O_8^{2-}(aq) + 2\,I^-(aq) \longrightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$$

Le titrage du diiode formé au cours du temps a permis de tracer la courbe ci-dessous.

1.1 Définir une réaction d'oxydoréduction.
1.2 Préciser l'oxydant et le réducteur.
1.3 Démontrer que les ions iodure sont le réactif limitant de cette réaction.

2. Exploitation de la courbe.

2.1 Définir la vitesse volumique instantanée de formation.

2.2 Donner l'expression de la vitesse volumique instantanée de formation du diiode.

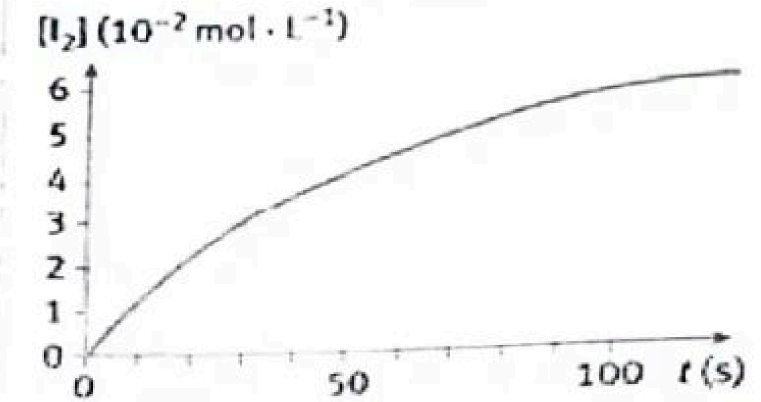
2.3 Déterminer la vitesse volumique de formation du diiode à la date $t = 50$ s.

3. Temps de demi-réaction.

3.1 Définir le temps de demi réaction.

3.2 Donner l'influence de la température du système et de la concentration initiale des réactifs sur la vitesse volumique de formation du diiode ainsi que sur le temps de demi-réaction.

3.3 Déterminer le temps de demi-réaction pour la transformation étudiée.

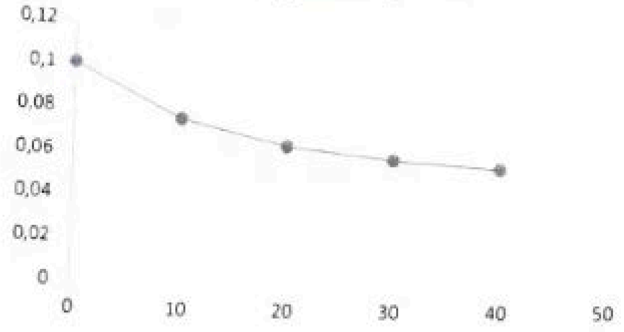


ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 02

Donnée : Volume molaire V_O = 24 L.mol^{-1}.

1. On étudie la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Pour cela, on ajoute 50 ml de solution d'acide chlorhydrique de concentration C = 0,10 mol/L dans un ballon contenant de la poudre de fer en excès. On mesure le volume V de dihydrogène formé au cours du temps en maintenant constante la température du milieu réactionnel. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :
   Fe + $2H_3O^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2H_2$O.
   1.1 Définir une réaction d'oxydo-réduction.
   1.2 Montrer que cette réaction en est une.
   1.3 Démontrer que la concentration des ions hydronium restant en solution à une date t s'écrit : $[H_3O^+]$ = 0,10(1 - $\frac{V}{60}$).
   Avec V = volume de dihydrogène formé à la date t.
2. On détermine la concentration molaire des ions hydronium restant à chaque instant. Les résultats ont permis de tracer le graphe $[H_3O^+]$ = f(t).
   2.1 Définir la vitesse volumique instantanée de disparition.
   2.2 Préciser le réducteur dans cette réaction d'oxydo-réduction.
   2.3 Déterminer la vitesse volumique instantanée de disparition des ions hydronium à t = 10 min et à t = 75 minutes.
3. Interprétation du graphe.
   3.1 Définir une réaction non stœchiométrique.
   3.2 Préciser qualitativement comment évolue la vitesse volumique instantanée de disparition des ions hydronium.
   3.3 Déterminer les quantités de matières en ions hydronium aux dates t_1 = 10 min et t_2 = 75 minutes.

graphe [H3O+] = f(t)



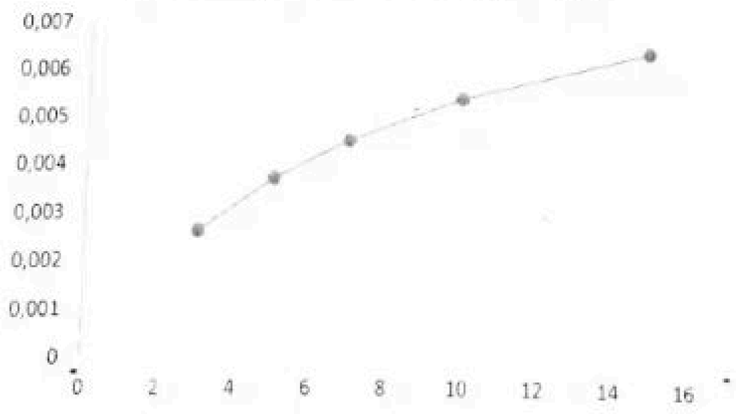
ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 03

1. On réalise l'étude cinétique de la réaction entre l'éthanoate de méthyle de concentration molaire C_O = $1.0.10^{-2}$mol/L avec l'hydroxyde de sodium de même concentration molaire. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :
$CH_3CO_2\ CH_3 + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + CH_3OH.$
Un dispositif approprié permet de doser la concentration molaire des ions hydroxyde à chaque date.
1.1 Nommer cette réaction.
1.2 Montrer que la concentration molaire des ions éthanoate formés à chaque date est :
$[CH_3COO^-] = C_O - [OH^-]_{(t)}$.
1.3 Compléter les valeurs numériques dans le tableau :

t(min)	3	5	7	10	15	21	25
$[OH^-].10^{-3}$mol/L	7.4	6.3	5.5	4.6	3.6	2.8	2.5
$[CH_3COO^-].10^{-3}$mol/L							

2. La courbe donnant la concentration molaire des ions éthanoate en fonction du temps est :
2.1 Définir la vitesse volumique instantanée de formation des ions éthanoate.
2.2 Préciser les propriétés de la réaction étudiée.

graphe [ion éthanoate] = f(t)



2.3 Déterminer la vitesse volumique de formation des ions éthanoate aux dates $t_1 = 6$ min et $t_2 = 12$ minutes.

3. Etude qualitative.

3.1. Définir une réaction lente.

3.2. Justifier qu'à $t \geq 25$ min, la réaction est terminée.

3.3. Interpréter qualitativement l'évolution de la vitesse volumique de formation des ions CH_3COO^-.

ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 04

1. Pour étudier la cinétique de la réaction entre un ester R-COO-R' et l'hydroxyde de sodium (Na OH), on ajoute au volume V de la solution de soude de concentration $C_b = 2.0.10^{-2}$mol/L, un même volume de solution d'ester et de même concentration molaire $C_e = C_b$. Le milieu réactionnel est maintenu à une température constante $\theta = 25\ °C$ puis on détermine expérimentalement le pH du mélange à chaque date t.

1.1 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

1.2 Montrer que la concentration en ions carboxylate $R - COO^-$ est :

$[R - COO^-] = \frac{C}{2} - 10^{pH-14}$.

1.3 Préciser le sens d'évolution du pH du milieu réactionnel.

2. La mesure du pH a permis de tracer le graphe $[R - COO^-] = f(t)$.

2.1 Définir la vitesse volumique instantanée de formation des ions $R - COO^-$.

2.2 Préciser qualitativement le sens d'évolution de cette vitesse au cours du temps.

2.3 Déterminer la vitesse volumique instantanée de formation des ions $R - COO^-$ à la date t = 0 min puis à la date t =10 minutes.

3. On reprend l'étude cinétique de la réaction dans les mêmes conditions mais à une température $\theta' > \theta$.

3.1 Définir un facteur cinétique.

3.2 Préciser qualitativement le sens d'évolution de la vitesse de formation des ions carboxylate dans ce cas.

3.3 Tracer sur le même graphe $[R - COO^-] = f(t)$, l'allure de la courbe pour $\theta' > \theta$.

ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 05

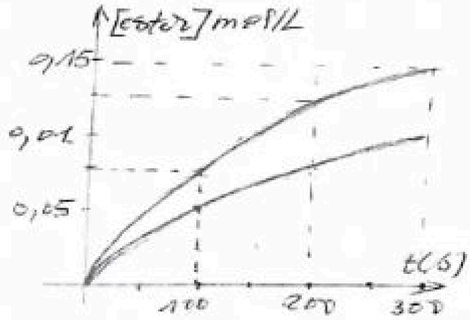
1. Afin de réaliser l'étude cinétique de l'estérification de l'éthanol par l'acide méthanoïque, on mélange des volumes égaux des deux réactifs de même concentration molaire C = 0,60 mol/L puis on fait deux parts égales A et B.

- Dans la partie A, on ajoute 0,50 mol d'acide sulfurique à 0,10 mol/L ;
- Dans la seconde partie B, on ajoute 0,50 mol d'acide sulfurique à 0,20 mol/L.

On détermine à chaque date t la concentration molaire de l'ester formé.

Les courbes 1 et 2 représentent en fonction du temps les variations de la concentration de l'ester formé respectivement pour A et pour B. On néglige le volume d'acide sulfurique ajouté dans chaque partie.

1.1 Définir un catalyseur.
1.2 Préciser les propriétés d'une réaction d'estérification.
1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'éthanol.
2. Vitesse de formation de l'ester.
2.1 Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester.
2.2 Déterminer pour chaque cas, la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date t = 200 s.
2.3 Interpréter le rôle joué par l'acide sulfurique.
3. 3.1 Définir la limite d'estérification.
3.2 Etablir la relation donnant la concentration de l'acide restant à la date t en fonction de C_0 et de la concentration de l'ester à la date t (C_0 concentration de l'acide dans le mélange).
3.3 Calculer la concentration de l'acide méthanoïque, de l'alcool et de l'ester à la date t = 300 s dans chaque cas.



ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 06

Donnée : M(Fe) = 56 g/mol.

1. On lit sur l'étiquette d'une boite de médicament utilisé pour corriger l'anémie par carence de fer : un comprimé contient 160 mg d'élément fer sous forme d'ions fer (III). Pour vérifier cette indication, on réalise une étude cinétique en dissolvant un comprimé de ce médicament dans l'eau et on y ajoute, en excès une solution de permanganate de potassium et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. La solution S obtenue a un volume V = 200 ml. On remplit une série de tubes scellés maintenus à une température constante de 37° C. La réaction se produisant dans chaque tube est :

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H_3O^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12H_2O.$$

On dose à chaque date, les ions Mn^{2+} formés dans chaque tube. Les résultats obtenus permettent de tracer le graphe $[Mn^{2+}]$ = f(t).

1.1 Définir la vitesse volumique instantanée de formation des ions Mn^{2+}.
1.2 Préciser le rôle de l'acide sulfurique concentré ajouté dans chaque tube.
1.3 Déterminer la vitesse volumique de formation des ions Mn^{2+} aux dates t_1 = 9,0 min et t_2 = 19 min.
2. Vitesse de disparition des ions Fe^{3+}.
2.1 Définir la vitesse volumique instantanée de disparition des ions fer (III).
2.2 Montrer que $V_d(Fe^{2+}) = 5.\ V_f(Mn^{2+})$.
2.3 Calculer la vitesse volumique instantanée de disparition des ions fer (II) aux mêmes dates qu'en 1.3).
3. Vérification de l'étiquette.
3.1 Définir la concentration molaire.
3.2 Montrer que la masse de fer dans un comprimé du médicament peut être calculée par la relation m = 5. $[Mn^{2+}]$.M(Fe).V.
3.3 Calculer cette masse. Conclure sur l'indication de l'étiquette.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 6 : CINETIQUE CHIMIQUE

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 01

1.1 C'est un transfert d'électrons entre le réducteur du premier couple redox et l'oxydant du second couple redox.

1.2 L'oxydant : $S_2O_8^{2-}$; le réducteur : I^-.

1.3 $n_2 = C_2.V_2$ = 8,0.10^{-3} mol ; $n_1 = C_1.V_1$ = 6,0.10^{-3} mol, on a $\frac{n_1}{1}$ = 6,0.10^{-3} mol et $\frac{n_2}{2}$ = 4,0.10^{-3} mol, soit $\frac{n_2}{2} < \frac{n_1}{1}$, alors I^- est le réactif limitant.

2.1 C'est le coefficient directeur de la tangente à la courbe de formation C = f(t) au point d'abscisse t.

2.2 Expression : $V_f(I_2) = (\frac{d[I_2]}{dt})_t$.

2.3 Vitesse à t = 50 s : $V_f(I_2)$(t = 50 s) = $\frac{6,3.10^{-2}-2,0.10^{-2}}{100-0}$ = 4,3.10^{-4} mol/L/s.

3.1 Temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a réagi.

3.2 La température du système et la concentration initiale des réactifs sont des facteurs cinétiques. Une élévation de température et /ou une concentration initiale plus grande des réactifs entrainent une augmentation de la vitesse de réaction et une diminution du temps de demi-réaction.

3.3 $n_2/2 = 4{,}0.10^{-3}$ mol ; n $(I_2)_{1/2} = \frac{n(I^-)}{2} = 2{,}0.10^{-3}$ mol ; $[I_2]_{1/2} = \frac{n(I_2)_{1/2}}{V_T} = 2{,}9.10^{-2}$ mol/L, par suite le temps $t_{1/2} = 28$ s.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 02

1.1 Réaction au cours de laquelle il y a échange d'électrons entre le réducteur du couple le moins élevé et l'oxydant du couple le plus élevé.

1.2 Fe $\longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

$2H_3O^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2H_2O$

Equation-bilan:

Fe+ $2H_3O^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2H_2O$.

1.3 $n_{ret}(H_3O^+) = n^0 - n_{réagi} = C_a.V_S - 2n_{H_2} = C_a.V(1 - \frac{2.V}{C_a.V.V_O})$ d'où

$[H_3O^+]_{rest} = 0{,}10\ (1 - \frac{V}{60})$.

2.1 C'est l'opposé du coefficient directeur de la tangent à la courbe $[H_3O^+] = f(t)$ au point d'abscisse t.

2.2 Le fer.

2.3 $V_d(t_1) = -(\frac{d[H_3O^+]}{dt}) = 1{,}7.10^{-3}$mol/L/min ;

$V_d\ (t_2) = 1{,}1.10^{-4}$mol/L/min.

3.1 Réactifs non équimolaires, un des réactifs est introduit en excès.

3.2 La vitesse diminue car la concentration en ions hydronium diminue.

3.3 n $(H_3O^+)(t_1) = [H_3O^+].V_S = 0{,}075\text{x}0{,}05 = 3{,}8.10^{-3}$mol;

n $(H_3O^+)(t_2) = 0{,}048\text{x}0{,}05 = 2{,}4.10^{-3}$mol.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 03

1.1 Saponification.

1.2 $n_e(t) = n_e^0 - n\,(CH_3OO^-)$; $n_e(t) = n(OH^-)(t) \rightarrow [CH_3COO^-] = C_O - [OH^-](t)$.

1.3

T(min)	3	5	7	10	15	21	25
$[CH_3COO^-]$mol/L	0,0026	0,0037	0,0045	0,0054	0,0064	0,0072	0,0075

2.1 Coefficient directeur de la tangente à la courbe $[CH_3COO^-] = f(t)$ au point d'abscisse t.

2.2 Lente et totale.

2.3 V_f(t =6 min) = $3{,}8.10^{-4}$mol/L/min ; V_f(t = 12 min) = $1{,}6.10^{-4}$mol/L/min.

3.1 Réaction dont l'ordre est de quelques secondes ou minutes.

3.2 À t ≥ 25 min, $C_O = [OH^-]_t + [CH_3COO^-] = 1{,}0.10^{-2}$mol/L. Les réactifs ont réagi quasi-totalement.

3.3 La vitesse diminue dans le même sens que les réactifs.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 04

1.1 R-COO-R' + OH^- ⟶ R-COO^- + R'-OH.

1.2 n $(R-COO^-) = n_O(OH^-)$ - $nOH^-)_t$; $[OH^-]_{init} = \frac{C.V}{2V}$; $[OH^-]_t = 10^{-14+pH}$.

1.3 Le pH du milieu diminue au cours du temps.

2.1 Coefficient directeur de la tangente à la courbe $[R-COO^-]$ = f(t) au point d'abscisse t.

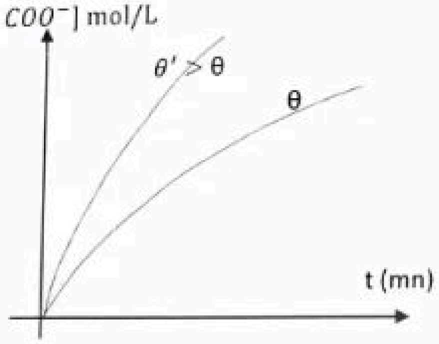
2.2 La vitesse diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminue.

2.3 $V_f(R-COO^-)$(t = 0) = 9,5.10^{-4}mol/L/min ; $V_f(R-COO^-)$(t = 10 min) = 3,6.10^{-4}mol/L/min.

3.1 Paramètre sur lequel on peut agir pour faire varier la vitesse de formation des produits ou de disparition des réactifs.

3.2 La vitesse de formation des ions éthanoate augmente, car la température accélère la réaction.

3.3 Allure de la courbe : $[R-COO^-]$ mol/L



CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 05

1.1 Substance chimique qui accélère une réaction chimique sans subir lui-même de modification permanente.
1.2 Lente-limitée-athermique.
1.3 HCOOH + $C_2H_5OH \rightleftharpoons$ $HCOOC_2H_5 + H_2O$.

2.1 Coefficient directeur de la tangente à la courbe [ester] = f(t) au point d'abscisse t.

2.2 V_1(ester)(t = 200s) =3,0.10^{-4}mol/L/s ; V_2(ester)(t = 200s) = 4,0.10^{-4}mol/L/s.

2.3 L'acide sulfurique augmente la vitesse deformation de l'ester, il joue le role de catalyseur: $V_2 > V_1$.

3.1 Pourcentage d'alcool estérifié qui donne la quantité maximale d'ester formé.

3.2 [HCOOH] = $[C_2H_5OH] = C_O$ - [ester].

3.3 Mélange A : [ester] = 0,10 mol/L ; [HCOOH] = $[C_2H_5OH]$ = 0,20 mol/L ; $C_O = \frac{C.V}{2.V}$ = 0,30 mol.

Mélange B : [ester] = 0,150mol/L ; [HCOOH] = $[C_2H_5OH]$ = 0,15 mol/L.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 06

1.1 Coeffficient directeur da la tangente à la courbe $[Mn^{2+}]$ = f(t) au point d'abscisse t.
1.2 L'acide sulfurique joue le role de catalyseur.,
1.3 $V_fMn^{2+}(t_1)$ = 1,1.10^{-3}mol/L/min ; $V_fMn^{2+}(t_2) = 0$.

2.1 Opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe $[Fe^{2+}] = f(t)$ au point d'abscisse t.

2.2 Variations des quantités de matière entre Fe^{2+} et Mn^{2+}.

2.3 $V_d Fe^{2+}(t_1) = 5{,}5 mmol/L/min$; $V_d Fe^{2+}(t_2) = 0$.

3.1 Nombre de mol par unité de volume.

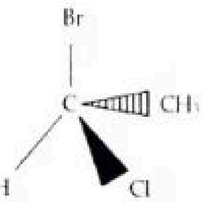
3.2 Le bilan molaire donne $[Fe^{2+}] = 5.[Mn^{2+}]$ et $[Fe^{2+}] = \frac{m}{M.V}$.

3.3 m = 158 mg, l'indication n'est pas correcte.

CHIMIE ORGANIQUE

CHAPITRE 1 : ALCOOLS-ALDEHYDES ET CETONES, STEREOCHIMIE

L'essentiel du cours

- *Carbone asymétrique et énantiomérie :* 

- *Formule générale des alcools saturés :* C_nH_{2n+1}*-OH.*
- *Alcool primaire* $R\text{-}CH_2\text{-}OH$ *; alcool secondaire* $R - CH(R') - OH$ *; alcool tertiaire* $R - C(R'R'') - OH$.
- *Hydratation d'un alcène :* $C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+1}\text{-}OH$.
- *Réaction avec le sodium :* $R\text{-}OH + Na \longrightarrow RO^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$.
- *Aldéhyde et cétone :* $R\text{-}CHO$ *et* $R\text{-}C{=}O\text{-}R'$ *; groupe caractéristique :* $>C=O$.
- *Test aldéhyde (cétone) + D.N.P.H* $\longrightarrow$ *précipité jaune orangé.*
- *Réduction de la liqueur de Fehling par les aldéhydes :*
  $R\text{-}CHO + 2Cu^{2+}_{tar} + 5OH^- \longrightarrow Cu_2O + R - COO^- + 3H_2O$.
- *Réduction du nitrate d'argent ammoniacal :*
  $2Ag(NH_3)_2^+ + R\text{-}CHO + 3OH^- \longrightarrow 2Ag + R - COO^- + 4NH_3 + 2H_2O$.
- *Oxydation des alcools :* $C_nH_{2n+1}OH + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$.
- *Oxydation ménagé par le dichromate et le permanganate :*
  $MnO_4^- + 8H_3O^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 12H_2O$
  $Cr_2O_7^{2-} + 14H_3O^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 21H_2O$.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 01

La réactivité des composés organiques est liée à leur structure. L'étude des réactions d'oxydoréduction va nous permettre de caractériser ces composés oxygénés.

1. Un alcène gazeux est obtenu par déshydratation d'un alcool saturé. La combustion complète de 10 mL de cet alcène en présence de dioxygène dans un eudiomètre produit 30 mL de dioxyde de carbone. Les volumes sont mésurés dans mêmes conditions de température et de pression.
   1.1 Donner la formule générale des alcènes.
   1.2 Ecrire l'équation-bilan de combustion d'un alcène.

1.3 Déterminer la formule brute de l'alcool saturé.

2. Cet alcool subit l'oxydation ménagée par le dichromate de potassium en milieu acide. Le produit principal issu de cet oxydation réagit avec la 2,4-DNPH d'une part et avec la liqueur de Fehling d'autre part.
   2.1 Donner, entre la 2,4-DNPH et la liqueur de Fehling, le test qui permet de préciser la classe de l'alcool.
   2.2 Identifier le nom de l'alcool.
   2.3 Ecrire les formules semi-développées de l'alcool et du produit du test avec la liqueur de Fehling.
3. 3.1 Donner la couleur de l'ion dichromate.
   3.2 Préciser un autre oxydant utilisé pour l'oxydation ménagée.
   3.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation ménagée avec le dichromate.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 02

1. On veut identifier l'isomère d'un alcène de formule brute C_4H_8. Pour cela, on réalise son hydratation.
   1.1 Définir un hydrocarbure insaturé.
   1.2 Montrer qu'à partir d'un alcène dissymétrique, on peut obtenir deux alcools de classes différentes.
   1.3 Ecrire la (les) formule (s) semi-développées des alcools possibles à obtenir à partir de chaque isomère dissymétrique.
2. L'expérience montre que l'on obtient deux alcools de classes differentes A et B. B est obtenu en quantité majoritaire et ne s'oxyde pas.
   2.1 Donner la classe de l'alcool B.
   2.2 Justifier pourquoi l'alcool B ne peut pas subir l'oxydation ménagée.
   2.3 Ecrire la formule semi-développée et le nom de l'alcool A.
3. L'alcool A s'oxyde en donnant un composé A' qui donne un test positif à la 2,4-DNPH et au réactif de schiff.
   3.1 Donner la couleur de la teinte obtenue en faisant réagir A' sur le schiff.
   3.2 Préciser la formule semi-développée de l'alcène isomère de C_4H_8 dont il est question.
   3.3 Ecrire la formule semi-développée et le nom de A'.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 03

Outre l'analyse élémentaire, la combustion complète est l'une des réactions appropriées pour déterminer la formule statistique d'un composé organique.

1. La combustion copmplète de 0,040 mol d'un composé organique A de formule brute C_xH_yO, donne 0,20 mol de dioxyde de carbone et de l'eau. La masse molaire moléculaire du composé A est égale à 88 g/mol.

1.1 Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète de A en fonction de x et y.

1.2 Montrer que la formule brute de A est $C_5H_{12}O$.

1.3 Ecrire les formules semi-développées possibles de A sachant que la molécule de A renferme un seul groupe ramifié.

2. Afin de préciser la formule semi-développée de A, on effectue son oxydation ménagée par une solution de dichromate de potassium acidifiée, en défaut ; on obtient un produit B qui donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH.

2.1 Définir une oxydation ménagée.

2.2 Préciser les formules chimiques possibles pour B.

2.3 Ecrire les formules semi-développées possibles de A.

3. La molécule du composé B est chirale.

3.1 Définir la chiralité.

3.2 Montrer que B est le 2-méthyl butanal.

3.3 Ecrire la formule semi-développée exacte de A. Le nommer.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 04

1. Deux composés carbonylés non cycliques A et B de fonctions chimiques différentes, ont la même chaine carbonée et même formule brute C_XH_YO. La combustion complète d'une mole de A ou de B nécessite, d'une part, 7 moles de dioxygène et produit d'autre part 5 moles de dioxyde de carbone.
   1.1 Définir un composé carbonylé.
   1.2 Montrer que la formule brute commune aux composés A et B est $C_5H_{10}O$.
   1.3 Ecrire les formules semi-développées et les noms de A et B sachant que A renferme un groupe méthyle lié au carbone 2 et que B renferme un goupe méthyle lié au carbone 3.
2. Le composé A est oxydé par les ions dichromate en milieu acide et donne un composé C.
   2.1 Citer un autre type d'oxydation ménagée autre que celui utilisant les ions MnO_4^- et $Cr_2O_7^{2-}$.
   2.2 Préciser la formule semi-développée de C et son nom.
   2.3 Ecrire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée de A en C par les ions dichromate.
3. Le composé B est obtenu par oxydation ménagée d'un alcool B_1. B_1 peut être obtenu de façon majoritaire par hydratation d'un hydrocabure B_2.
   3.1 Définir un hydrocarbure insaturé.
   3.2 Préciser la classe de l'alcool B_1.
   3.3 Ecrire les formules semi-développées et les noms de B_1 et B_2.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 05

1. On veut identifier au cours d'une séance de travaux pratiques, trois (3) alcools A, B et C. Chacune des formules suivantes C_2H_6O, C_3H_8O et $C_4H_{10}O$ peut-être celle de A, de B ou de C. Pour identifier ces alcools, on a réalisé les tests suivants :

Premier test : L'oxydation ménagée de ces alcools à l'aide d'une solution de permanganate de potassium en milieu acide montre que A ne réagit pas, B et C réagissent pour donner respectivement les produits B' et C'.

Deuxième test : Les produit B' et C' donne avec la 2,4-DNPH, un précipité jaune mais seul B' rosit le réactif de schiff.

1.1 Donner la classe des alcools pouvant subir l'oxydation ménagée.
1.2 Justifier que A ne peut-être qu'un isomère de l'alcool $C_4H_{10}O$.
1.3 Ecrire la formule semi-développée de A et son nom.
2. Identification des alcools B et C.
2.1 Definir l'oxydation méngée.
2.2 Préciser, en justifiant, les fonctions chimiques de B' et C'.
2.3 Ecrire les formules semi-développées et les noms des alcools B et C.
3. Bilan électronique de l'oxydation ménagée.
   3.1 Nommer le produit obtenu lors du test de B' sur le réactif du schiff.
   3.2 Ecrire la demi-équation électronique B'/B.
   3.2 Ecrire l'équation-bilan d'oxydation ménagée de B à B' ($Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$).

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 06

1. Trois flacons étiquetés (a), (b) et (c) peuvent contenir chacun un seul alcool parmi le butan-1-ol, le méthyl propan-2-ol et le butan-2-ol.

Afin d'identifier chaque flacon, on ajoute au contenu de chacun quelques gouttes d'une solution de dichromate de potassium acidifiée. Les résultats obtenus sont :

- Flacon (a) : solution orange
- Flacon (b) : solution verte
- Flacon (c) : solution verte.

   1.1 Donner la formule semi-développée des alcools ci-dessus.
   1.2 Montrer que l'on peut connaitre la classe de l'alcool du flacon (a).
   1.3 Ecrire la formule semi-développée de l'alcool du flacon (a).

2. Identification du contenu des flacons (b) et (c).
   On chauffe légèrement les solutions vertes obtenues après réaction des alcools contenus dans les flacons (b) et (c). On fait arriver les vapeurs de substances organiques qui se dégagent dans une solution de liqueur de Fehling à l'ébullition ; le produit organique venant du flacon (c) donne un précipité rouge brique alors que celui venant du flacon (b) ne provoque pas de réaction.
   2.1 Donner le test permettant de distinguer un aldéhyde d'une cétone.
   2.2 Justifier que le contenu du flacon (b) est un alcool secondaire.
   2.3 Ecrire les formules semi-développées des alcools des flacons (b) et (c).
3. 3.1 Définir une réaction d'oxydo-réduction.
   3.2 Ecrire la demi-équation électronique d'oxydation de l'alcool du flacon (b).
   3.3 Ecrire l'équation-bilan d'oxydation ménagée de l'alcool du flacon (b) avec les ions dichromate. $Cr_2O_7^{2-}$est orange en solution aqueuse et Cr^{3+} est verte en solution aququse.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : ALCOOLS-ALDEHYDES ET CETONES

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 01

1.1 C_nH_{2n}.
1.2 $C_nH_{2n} + \frac{3n}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$.

1.3 $n = \frac{V_{CO_2}}{V_A}$; n = 3 ; C_3H_8O

2.1 Test avec la liqueur de Fehling.

2.2 Propan-1-ol.

2.3 CH_3-$(CH_2)_2$-OH; CH_3-CH_2-CHO.

3.1 Orange.

3.2 Permanganate de potassium.

3.3 $3C_3H_8O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3C_2H_5\text{-}CHO + 2Cr^{3+} + 7H_2O$.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 02

1.1 Hydrocarbure dont la chaine carbonée possède la double ou la triple liaison carbone-carbone.

1.2 $CH_2 = CH\text{-}CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_2OH\text{-}C_2H_5$ ou $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3$.

1.3 $CH_2OH\text{-}(CH_2)_2\text{-}CH_3$; $CH_3\text{-}CHOH\text{-}C_2H_5$; $CH_2OH\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3$ et $(CH_3)_3\text{-}C(OH)$.

2.1 B: alcool tertiaire.

2.2 Le carbone fonctionnel est encombré et donc ne possède pas d'atomes d'hydrogène.

2.3 A : $CH_2OH\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3$.

3.1 Rose fuschia.

3.2 $CH_2= C(CH_3)\text{-}CH_3$.

3.3 $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CHO$ 2-méthyl propanal.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 03

1.1 $C_xH_yO + (x + {}^{y}/_{4} - \frac{1}{2})\, O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$.

1.2 Bilan molaire et M = 12x + y + 16.

1.3 $CH_3\text{-}C(OH)\text{-}C_2H_5$; $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}(CH_2)_2\text{-}OH$; $C_2H_5\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}OH$;
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad CH_3$ $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$

2.1 Oxydation au cours de laquelle la chaine carbonée est conservée.

2.2 Aldéhyde ou cétone.

2.3 $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}(CH_2)_2\text{-}OH$; $C_2H_5\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}OH$ et $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$.

3.1 Molécule non supperposable à son image dans un mirroir plan et possédant un carbone asymétrique.

3.2 Seul, la molécule de B possède un carbone asymétrique.

3.3 A : $C_2H_5\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}OH$ 2-méthyl butan-1-ol.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 04

1.1 Composé ayant pour groupe caractéristique $>C = O$.

1.2 Bilan molaire x = 5 ; y = 10 $\Leftrightarrow C_5H_{10}$.

1.3 A : C_2H_5-CH(CH_3)-CHO 2-méthyl butanal ; B : CH_3-CO-CH(CH_3)$_2$ 3-méthyl butan-2-one.

2.1 Oxydation ménagée par le dioxygène dont le catalyseur est le cuivre chauffé.

2.2 C : CH_3-CH_2-CH(CH_3)-COOH acide 2-méthyl butanoique.

2.3 $Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ + 3C_5H_{10} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 4H_2O + 3C_2H_5$-CH($CH_3$)-COOH.

3.1 Composé possédant la double ou la triple liaison carbone-carbone.

3.2 B_1 : alcool secondaire.

3.3 B_1 : CH_3-CH(OH)-CH(CH_3)$_2$ 3-méthyl butan-2-ol

B_2 : CH_2 = CH-CH(CH_3)$_2$.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 05

1.1 Acool primaire et secondaire.
1.2 C_2H_6O et C_3H_8O pas d'isomères d'alcools tertiaires.
1.3 A : (CH_3)$_3$C(OH) 2-méthyl propan-2-ol.

2.1 Oxydation au cours de laquelle la chaine carbonée est conservée.

2.2 B' aldéhyde car test réservé pour les aldéhydes ; C' cétone car sans action sur le schiff.

2.3 B : C_2H_5OH éthanol ; C : CH_3-CH(OH)-CH_3 propan-2-ol.

3.1 Le rose fuschia.

3.2 CH_3-CH(OH)-$CH_3 \longleftrightarrow CH_3$-CO-$CH_3$ + $2H^+ + 2e^-$.

3.3 $Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ + 3C_3H_8O \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3C_3H_6O + 7H_2O$.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 06

1.1 Butan-1-ol CH_3-(CH_2)$_3$-OH ; méthyl propan-2-ol (CH_3)$_2$-CH(OH)-CH_3;

Butan-2-ol CH_3-CH(OH)-C_2H_5.

1.2 L'ion dichromate est orange en solution aqueuse, l'alcool du flacon (a) n'a pas réagi: alcool tertiaire.
1.3 (a) : (CH_3)$_2$-CH(OH)-CH_3.

2.1 Test à la liqueur de Fehling.

2.2 Produit de l'oxydation du flacon (b) n'a pas d'action sur la liqueur de Fehling : c'est une cétone.

2.3 (b) CH_3-CH(OH)-C_2H_5 ; (c) : CH_3-(CH_2)$_3$-OH.

3.1 Echange d'électrons entre l'oxydant du couple le plus élevé et le réducteur du couple le plus bas.

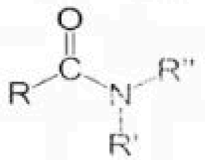
3.2 $C_4H_{10}O \longrightarrow CH_3$-CO-$C_2H_5$ + $2H^+ + 2e^-$.

3.3 $Cr_2O_7^{2-} + 3C_4H_{10}O + 8H^+ \longrightarrow 3CH_3$-CO-$C_2H_5 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$.

CHAPITRE II: ACIDES CARBOXYLIQUES ET DERIVES(AMINES ET AMIDES)

L'essentiel du cours

- *Groupe caractéristique des acides carboxyliques : - COOH ; formule générale : R -COOH*
- *Formule générale des chlorures d'acyle : R- COCl*
- *Préparation d'un chlorure d'acyle par le* PCl_5 *:* R-COOH + $PCl_5 \longrightarrow$ R-COCl + $POCl_3$ + HCl
- *Préparation par* $SOCl_2$ *: R-COOH +* $SOCl_2 \longrightarrow$ *R-COCl +* SO_2 *+ HCl*
- *Hydrolyse d'un chlorure d'acyle : R-COCl +* $H_2O \longrightarrow$ *R-COOH + HCl (rapide, totaleet exothermique)*
- *Formule générale des anhydrides d'acides : R-CO-O-CO-R*
- *Préparation des anhydrides en présence de* P_4O_{10} *:*
  2 R-COOH $\longrightarrow$ *R-CO-O-CO-R +* H_2O
- *Hydrolyse des anhydrides : R-CO-O-CO-R +* $H_2O \longrightarrow$ *2 R-COOH (lente)*
- *Formule générale des esters : R-COO-R'*
- *Estérification-hydrolyse : R-COOH + R'-OH* $\rightleftharpoons$ *R-COO-R' +* H_2O *(lente, limitée et athermique)*
- *Estérification par un chlorure d'acyle : R-COCl + R'-OH* $\longrightarrow$ *R-COO-R' + HCl (rapide, totale et exothermique)*
- *Estérification par un anhydride : R-CO-O-CO-R + R'-OH* $\longrightarrow$ *R-COO-R' + R-COOH*
- *Saponification : R-COO-R' +* $OH^- \longrightarrow R-COO^-$ *+ R'-OH (lente et totale)*
- *Amines primaires : R-*NH_2 *; Amines secondaires : R-NH-R' ; Amines tertiaires : R-N(R')-R''*
- *Groupes caractéristiques correspondants : -* NH_2 *; - NH- ; - N(-) –*
- *Réactions d'Hofmann : R-I + R'-*$NH_2 \longrightarrow$ *HI + R-NH-R'*
- *R-I + R-NH-R'* $\longrightarrow$ *R-N(R) -R' + HI ; R-I + R-N(R) -R'* $\longrightarrow$ *(R)*$_3$ *-*N^+*-R' +* I^-



- *Groupe caractéristique des amides :*
- *Préparation des amides par déshydratation d'un carboxylate d'ammonium :*
  R-COOH + $NH_3 \longrightarrow RCO_2^- ; NH_4^+ \rightleftharpoons$ *R-CO-*NH_2 *+* H_2O
- *Préparation à partir d'un chlorure d'acyle :*
  R-COCl + R'-$NH_2 \longrightarrow$ *R-CO-NH-R' +* $H^+ + Cl^-$
  R-COCl + R'-NH-R'' $\longrightarrow$ *R-CO-N(R')-R'' +* $H^+ + Cl^-$
- *Hydrolyse des amides : milieu acide R-CO-*NH_2 *+* $H_3O^+ \longrightarrow$ *R-COOH +* NH_4^+
  Milieu basique : R-CO-NH_2 *+* $OH^- \longrightarrow R-COO^- + NH_3$

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 01

Données : M (C) = 12 ; M (H) = 1,0 ; M (O) = 16 ; M (N) = 14 ; M (Cl) = 35,5 en g/mol.

Soit un acide carboxylique à chaîne carbonée saturée A. Afin de l'identifier, on provoque un certain nombre de réactions chimiques ayant le composé A comme point de départ. On transforme d'abord entièrement une masse m_A = 1,194 g de A en son chlorure d'acyle noté B. On isole le composé B et on partage en deux parts de masses égales.

1. Première série d'expériences : On réalise l'hydrolyse complète de la première part du composé B. Le chlorure d'hydrogène formé est intégralement recueilli puis dissous dans de l'eau distillée. On ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol. Le virage de l'indicateur coloré est observé après avoir versé un volume V = 19,9 ml de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C = 1,0 mol/L.

1.1 Donner les caractéristiques de la réaction de l'hydrolyse de B.

1.2 Ecrire l'équation d'hydrolyse de B en utilisant sa formule générale.

1.3 Déterminer la masse molaire M_A de A.

2. Dans la deuxième série d'expérience, on fait réagir sur la deuxième part du chlorure d'acyle B, une solution concentrée de d'ammoniac. On obtient un solide blanc C insoluble dans l'eau.

2.1 Donner la fonction chimique du composé C.

2.2 Préciser les caractéristiques de cette réaction.

2.3 Ecrire l'équation bilan de cette réaction en utilisant les formules générales.

3. La détermination expérimentale de la masse molaire de C donne M_C = 59,0 g/mol.

3.1 Donner la formule du groupe carbonylé.

3.2 Déterminer la masse molaire du composé A. Est-elle en accord avec la question 1.3 ?

3.3 Déterminer la formule semi-développée et le nom de A.

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 02

Données : Densité de l'anhydride éthanoïque d = 1,08 ; masse molaire de l'aspirine M_1 = 180 g/mol ; masse molaire de l'acide salicylique M_2 = 138 g/mol.

C'est d'abord dans les organes végétaux et animaux que les molécules d'anesthésiants et d'antalgiques ont été isolées. Depuis, pour adoucir les douleurs chroniques, divers composés ont été synthétisés par les chimistes pharmaciens.

L'acétanilide fébrifuge formulée sous la marque antifébrile, est préparé à partir d'une amine aromatique, l'aniline et du vinaigre (acide éthanoïque).

L'acide acétylsalicylique ou l'aspirine, connu pour ses vertus thérapeutiques diverses, est préparé par action de l'anhydride acétique sur l'acide salicylique. Les formules de quelques molécules évoquées dans le texte sont données ci-dessous :

Acide salicylique : OH- C_6H_4-COOH ; aniline : C_6H_5-NH_2 ; aspirine : CH_3-COO-C_6H_4- COOH ; acétanilide : CH_3-COO-NH-C_6H_5.

1. On s'intéresse d'abord à l'antifébrile.

1.1 Donner la fonction chimique de l'acétanilide.

1.2 La synthèse actuelle de l'acétanilide utilise l'anhydride éthanoïque plutôt que l'acide éthanoïque cité dans le texte, donner une explication à cette préférence.

1.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'anhydride éthanoïque et l'aniline.

2. La molécule qui est à la base de l'activité de l'essence de wintergreen peut être synthétisée à partir de l'acide salicylique et du méthanol en présence d'acide sulfurique.

2.1 Donner les fonctions chimiques de ce médicament.

2.2 Préciser le rôle de l'acide sulfurique.

2.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction conduisant à ce principe actif.

3. Lors d'une synthèse de l'aspirine, 3,00 g d'acide salicylique et 6,00 ml d'anhydride éthanoïque ont été utilisés. Après réaction, une masse de 3,08 g d'aspirine pure ont été obtenue.

3.1 Nommer les fonctions chimiques contenues dans la molécule d'aspirine.

3.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de l'aspirine.

3.3 Déterminer le rendement de la réaction par rapport à l'acide salicylique.

ENONCE ACIDE CARBO ET DERIVES 03

Les esters sont très répandus dans la nature : ceux qui dérivent des mono alcools et des monoacides carboxyliques assez courts sont volatils et odorants dont l'hydrolyse donne naissance à d'autres composés possédant des propriétés physiques et chimiques différentes.

1. Un composé organique X a pour formule brute $C_5H_{10}O_2$. L'hydrolyse de X donne un acide carboxylique A et un alcool B. L'acide A, réagit avec le pentachlorure de phosphore PCl_5 pour donner un composé organique C. par action de l'ammoniac sur C on obtient un composé D à chaîne carbonée saturée, non ramifiée, de masse molaire M = 59 g/mol.

1.1 Donner les fonctions chimiques des composées X, C et D.

1.2 Ecrire les formules semi-développées et las noms des composés D, C et A.

1.3 Ecrire les formules semi-développées possibles de X.

2. L'alcool B est oxydé par une solution de permanganate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé organique E donnant un précipité jaune avec la D.N.P.H mais ne réagit pas avec le Schiff.

2.1 Donner la formule du groupe carbonylé.

2.2 Donner la formule semi-développée et le nom des composés E, B et X.

2.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydation de B par les ions MnO_4^- (MnO_4^-/Mn^{2+}).

3. On fait réagir sur les ions hydroxyde le composé CH_3-COOCH (CH_3)-CH_3.

3.1 Donner le nom de cette réaction.

3.2 Préciser les caractéristiques de cette réaction.

3.3 Ecrire l'équation de la réaction de X sur les ions hydroxyde.

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 04

Plusieurs composés organiques oxygénés sont obtenus, par des réactions chimiques, à partir des acides carboxyliques. Ces derniers possèdent des propriétés physiques et chimiques différentes et par suite, leurs molécules sont plus ou moins réactives que les acides carboxyliques.

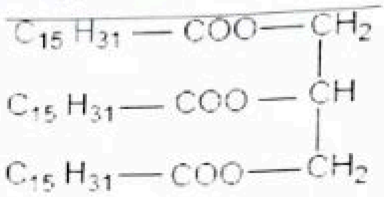
1. L'oxydation ménagée d'un alcool A de formule brute C_2H_6O en présence d'un excès de solution de permanganate de potassium acidifiée, donne un composé organique B qui rougit l'hélianthine. L'action du déshydratant P_4O_{10} sur B entraine la formation d'un corps C. L'action de B sur l'ammoniac NH_3 donne un complexe intermédiaire qui, par chauffage, produit un composé organique E.
   1.1 Définir un dérivé d'acide.
   1.2 Préciser les fonctions chimiques des corps B, C, D et E.
   1.3 Ecrire les formules semi-développées et les noms des corps B, C, D et E.
2. Préparation d'un autre dérivé de B.
   On fait réagir du propan-2-ol sur le corps C pour obtenir le corps F.
   2.1 Nommer cette réaction chimique.
   2.2 Préciser les caractéristiques de cette réaction.
   2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le propan-2-ol et le corps C.
3. On fait réagir le composé F avec de la soude (hydroxyde de sodium).
   3.1 Nommer cette réaction.
   3.2 Préciser les caractéristiques de cette réaction.
   3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de F avec la soude. Nommer le produit obtenu.

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 05

Donnée : Masse molaire du savon M = 278 g/mol.

Le savon est une vieille invention. D'après Pline l'Ancien, ce sont les Gaulois qui en sont les auteurs. Il n'est devenu un produit d'usage courant que depuis le début du $19^{ème}$ siècle avec le progrès de l'hygiène corporelle. Sa fabrication industrielle a été rendu possible grâce aux travaux du chimiste Français Eugène Chevreul.

Le palmitate de sodium est un savon de formule $C_{15}H_{31}COO^- + Na^+$. Il est obtenu par action de l'hydroxyde de sodium sur le triglycéride de formule semi-développée :

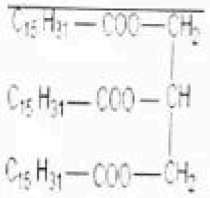


1. Etude de la réaction :

1.1 Nommer la réaction qui permet de préparer un savon.

1.2 Préciser les propriétés de cette réaction.

1.3 Ecrire en complétant l'équation de la réaction d'obtention de ce savon :

 + ... $(Na^+ + OH^-) \longrightarrow 3\,(C_{15}H_{31}COO^- + Na^+)$ + ...

2. Fabrication industrielle du savon : Pour la fabrication du savon, un industriel utilise une masse m = 916 kg d'huile de palme qui contient 44 % du triglycéride précédent.

2.1 Définir un triglycéride.

2.2 L'anion palmitate est qualifié d'amphiphile, expliquer le sens de ce terme.

2.3 Vérifier que la masse du triglycéride pure dans l'huile de palme est de 403 kg.

3. Masse du savon obtenue :

3.1 Les caractéristiques de l'anion palmitate permet de l'utiliser dans une application de la vie courante, donner cette application.

3.2 Calculer la quantité de matière en triglycéride et la quantité de matière en savon obtenue.

3.3 Déterminer la masse de savon obtenue.

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 06

On distingue plusieurs types de composées oxygénés appartenant à des familles différentes. Le passage de l'un à l'autre peut se faire par hydrolyse, par réaction sur un agent chlorurant et en faisant réagir deux composés oxygénés de familles différentes.

1. Un composé organique A de formule générale $C_xH_yO_z$. L'hydrolyse de A donne deux composés organiques A_1et A_2. On sépare A_1 et A_2 par une méthode appropriée.

Afin d'identifier A_1 et A_2, on réalise les expériences ci-après :

- On fait réagir sur A_1 du penta chlorure de phosphorePCl_5, on obtient le composé : CH_3-CH (CH_3)-CO-Cl ;
- Quelques gouttes de BBT additionnées à A_2 donnent une couleur jaune. La réaction de A_2 sur une solution concentrée d'ammoniac, donne un complexe $CH_3COO^-NH_4^+$.

1.1 Donner les fonctions chimiques de A_1, A_2 et A.

1.2 Etablir les formules semi-développées de A_1, A_2 et A.
1.3 Ecrire l'équation-bilan d'hydrolyse de A.
2. On fait réagir sur A_2, le 3-méthyl butan-1-ol, on obtient un composé D dont la saveur et l'odeur sont celles de la banane : l'éthanoate de 3-méthyl butyle.
2.1 Donner la fonction chimique de D.
2.2 Préciser les deux inconvénients que présente, sur le plan industriel, cette réaction.
2.3 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.
3. Pour éviter ces inconvénients, il est possible de synthétiser le composé D en remplaçant l'un des réactifs par un dérivé chloré plus efficace.
3.1 Nommer cette réaction chimique.
3.2 Ecrire la formule semi-développée du dérivé chloré à remplacer.
3.3 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE II : ACIDES CARBOXYLIQUES ET DERIVES (AMINES ET AMIDES)

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 01

1.1 L'hydrolyse de B est rapide, totale et exothermique.
1.2 Equation bilan : R-CO-Cl + H_2O $\longrightarrow$ R-COOH + H Cl.
1.3 Masse molaire de A : n (A) = n (B) = n (H Cl) = C.V = $\frac{m_A}{M}$ et M (A) = 60 g/mol.

2.1 Le composé C, est un amide.

2.2 Réaction rapide et totale.

2.3 Equation : R-CO-Cl + NH_3 $\longrightarrow$ R-CO-NH_2 + H Cl.

3.1 Goupe carbonylé :

3.2 Masse molaire de A: M (B) = M (C) + M (H Cl) – M (NH_3) = 78,5 g/mol et selon l'équation 1.2 on a M (A) = M (B) + M (H_2O) – M (H Cl) = 60 g/mol. Correcte avec 1.3.

3.3 Formule de A: M (A) = 60 = 14n + 45 soit n = 1 d'où A: CH_3COOH acide éthanoique.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 02

1.1 Fonction amide.
1.2 Elle permet de synthétiser l'acétanilide à 100 % et recycler l'acide acétique produit.
1.3 Equation de la reaction: CH_3CO-O-CO-CH_3 + C_6H_5-NH_2 $\longrightarrow$ CH_3-COO-NH-C_6H_5 + CH_3-COOH.

2.1 Fonctions alcool et ester.

2.2 L'acide sulfurique joue le role de catalyseur.

2.3 Equation bilan: OH-CH_3-COOH + CH_3-OH $\rightleftharpoons$ OH- C_6H_5-COOCH_3 + H_2O.

3.1 Fonctions ester et acide carboxylique.

3.2 Equation: OH- C_6H_5-COOH + CH_3CO-O-CO-CH_3 $\longrightarrow$ CH_3-COOC_6H_5-COOH + CH_3-COOH.

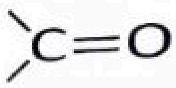
3.3 rendement: rd = $\frac{n_{aspir}}{n_{acetan}}$; n (acetan) = $\frac{m}{M_2}$; n (aspir) = $\frac{m}{M_1}$; n (anhydr) = $\frac{d.a_e.V}{M_{anhydr}}$ d'où rd = 79 %.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 03

1.1 Le compose X est un ester ; C'est un chlorure d'acyle et D est un amide.

1.2 D : R-CO-NH_2; 14n + 45 = 59 alors n = 1 donc D : CH_3-CO-NH_2; C: CH_3-CO-Cl et A: CH_3COOH.

1.3 Formules possibles de X : CH_3COO-CH_2-CH_2-CH_3; CH_3COO-CH (CH_3)-CH_3.



2.1 Groupe carbonylé :

2.2 Les composes: E : CH_3-CO -CH_3; B: CH_3-CH OH- CH_3 et X : CH_3- COO-CH (CH_3) - CH_3.

2.3 Equation-bilan :

$$2MnO_4^- + 5\ CH_3\text{-CH OH-}CH_3 + 6\,H^+ \longrightarrow 2\,Mn^{2+} + 5\,CH_3\text{-CO-}CH_3 + 8\,H_2O.$$

3.1 Il s'agit de la saponification.

3.2 Réaction lente et totale.

3.3 Equation bilan:

$$CH_3\text{- COO-CH }(CH_3)\text{ - }CH_3 + OH^- \longrightarrow CH_3\text{-}COO^- + CH_3\text{-CH OH- }CH_3\ .$$

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 04

1.1 Composé organique obtenu en faisant réagir un acide carboxylique sur un réactif ($SOCl_2$, PCl_5, NH_3, P_4O_{10}).

1.2 B : acide carboxylique ; C : anhydride d'acide ; D : carboxylate d'ammonium ; E : amide.

1.3 B : CH_3-COOH acide éthanoïque ; c : CH_3-CO-O-CO-CH_3 anhydride éthanoique
D: CH_3-$COO^-NH_4^+$ éthanoate d'ammonium; E : CH_3-CO-NH_2 éthanamide.

2.1 Estérification indirect.

2.2 Rapide et totale.

2.3 CH_3-CO-O-CO-CH_3 + CH_3-CH (CH_3)-CH_3 $\longrightarrow$ CH_3-COOCH (CH_3)-CH_3 + CH_3-COOH.

3.1 Saponification.

3.2 Lente et totale.

3.3 CH_3-COO-CH (CH_3)-CH_3 + Na^+ + OH^- $\longrightarrow$ CH_3-COO^-Na^+ + CH_3-CH (OH)-CH_3.

Ethanoate de sodium.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 05

1.1 La saponification.

1.2 Réaction lente et totale.

1.3

- Avec R = - $C_{15}H_{31}$.

2.1 Un triglycéride (acide gras) est un triester d'acide gras et du glycérol.

2.2 L'ion palmitate possède à la fois un groupe hydrophobe $C_{15}H_{31}$- et un groupe hydrophile - COO^-

2.3 $m_T = 44 \times \frac{916}{100} = 403$ kg.

3.1 Comme savon, pour son action détergente.

3.2 Quantité de matière du triglycéride $n_T = \frac{m_T}{M_T} = 0,50$ mol.

3.3 Masse du savon : $m_S = 3.n_T.M_S = 417$ kg.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 06

1.1 A_1 et A_2 acides carboxyliques ; A : anhydride mixte.

1.2 A_1 : CH_3-CH (CH_3)-COOH; A_2 : CH_3-COOH; A : CH_3-CH (CH_3)-CO-O-CO-CH_3.

1.3 CH_3-CH (CH_3)-CO-O-CO-CH_3 + $H_2O \longrightarrow CH_3$-CH ($CH_3$)-COOH + CH_3-COOH.

2.1 D: est un ester.

2.2 Lente et limitée.

2.3 CH_3-COOH + CH_3-CH (CH_3)-CH_2-CH_2-OH $\rightleftharpoons CH_3$-COO-$(CH_2)_2$-CH (CH_3)-CH_3 + H_2O.

3.1 Estérification par un dérivé d'acide.

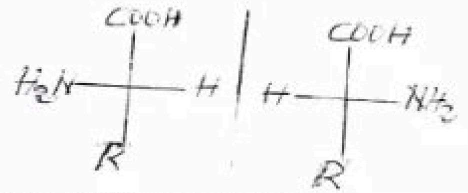
3.2 CH_3-CO-Cl.

3.3 CH_3-CO-Cl + CH_3-CH (CH_3)-$(CH_2)_2$-OH $\longrightarrow CH_3$-COO-$(CH_2)_2$-CH (CH_3)-CH_3 + H Cl.

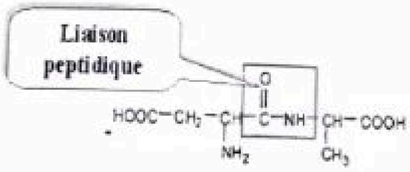
CHAPITRE 03 : LES ACIDES α-AMINES

L'essentiel du cours

- *Formule générale des acides α-aminés : R-CH (NH_2)-COOH*
- *Configuration D et L :*



- *Forme ionique dipolaire (amphion ou zwitterion) et forme non ionique : NH_3^+-CH (R) -COO^- et NH_2-CH (R)-COOH*
- *Le zwitterion comme une base : NH_3^+-CH (R)-COO^- + $H_3O^+ \rightleftharpoons NH_3^+$-CH (R)-COOH + H_2O*
- *Le zwitterion comme un acide : NH_3^+-CH (R)-COO^- + $H_2O \rightleftharpoons NH_2$-CH (R)-$COO^-$ + H_3O^+*



- *Liaison pepdidique :*

ENONCE ACIDES α-AMINES 01

Tous les acides α-aminés sont chiraux à l'exception de la glycine.

1. Deux acides α-aminés ont même formule R-CH (NH_2)-COOH dont les groupes alkyles R diffèrent. La leucine a pour groupe alkyle R_L et l'isoleucine R_I.

La masse molaire des deux acides α-aminés est égale à 131 g/mol.

1.1 Définir une molécule chirale.

1.2 Montrer que la formule brute du groupe alkyle R = $-C_4H_9$.

1.3 Ecrire la formule semi-développée de chacun des deux acides α-aminés sachant que R_L et R_I possèdent chacun une seule ramification. La leucine possède un carbone asymétrique et l'isoleucine en comporte deux (2).

2. On réalise la réaction de condensation entre la leucine et l'isoleucine.

2.1 Donner la formule semi-développée d'une liaison peptidique.

2.2 Montrer que cette réaction de condensation conduit formellement à deux dipeptides notés P_1 et P_2.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de formation du dipeptide P_1.

3. En fait la réalisation expérimentale de la réaction entre la leucine et l'isoleucine conduit à quatre (4) dipeptides.

3.1 Donner le nombre de carbone asymétriques au total.

3.2 Justifier l'obtention de quatre dipeptides.

ENONCE ACIDES α-AMINES 02

Les aminoacides possèdent au moins deux groupes ionisables : la fonction carboxylique et la fonction amine. Lorsque ces groupes fonctionnels sont simultanément dissociés, les aminoacides sont sous la forme d'ions mixte R-CH- (NH_3^+)- COO^- (zwitterion). À bas pH, l'aminoacide est considéré comme un diacide qui perd un premier proton en se transformant en ion mixte. Si le pH s'élève, un deuxième proton est ensuite libéré quand l'ion mixte se transforme en anion. Selon la convention de Bronsted, ces espèces sont en état d'équilibres.

1. Une solution d'acide α-aminé ; alanine, a un pH égal à 6,1, sa concentration est C = 0,10 mol/L. Les pK_A de cet acide, dont la formule semi-développée est CH_3-CH (NH_2)-COOH sont 2,4 et 9,9. On donne K_e = $1,0.10^{-14}$ à 25° C.
   Les couples –COOH/-COO^- et -NH_3^+/-NH_2 sont présents dans les acides α-aminés.
   1.1 Définir un amphotère.
   1.2 Etablir la correspondance entre chaque couple acide/base et son pK_A.
   1.3 Déterminer les concentrations en ions H_3O^+ et OH^- de cette solution d'alanine.
2. Domaine de prédominance.
   2.1 Donner la relation entre le pH et le pK_A d'un acide de couple AH/A^-.
   2.2 Etablir l'ordre de prédominance entre les espèces AH et A^- en solution aqueuse.
   2.3 Tracer sur un axe gradué en pH, les domaines de prédominance de l'alanine.
3. On souhaite augmenter le pH à 9,9.
   3.1 Donner la nature de cette solution.
   3.2 Justifier la nature (acide fort ou base forte) à ajouter à la solution d'alanine pour avoir un pH = 9,9.
   3.3 Ecrire à pH = 9,9, les espèces acide ou base dont les concentrations sont égales.

ENONCE ACIDES α-AMINES 03

Données : pK_{A_1} = 2,35 et pK_{A_2} = 9,87.

On procède à l'étude d'alanine CH_3-CH (NH_2)-COOH qui est un acide α-aminé.

Cet acide peut se présenter sous trois formes en solution aqueuse : NH_3^+-CH (CH_3)-COOH ; NH_3^+-CH (CH_3)-COO^- et NH_2-CH (CH_3)-COO^-.

1. 1.1 Donner le nom général de chacune de ces trois formes.
   1.2 Donner la définition du pH-isoélectrique pH_i et déterminer sa valeur.
   1.3 Schématiser sous forme de diagramme les domaines de prédominance et de coexistence de ces trois formes en fonction du pH de la solution dans laquelle se trouve l'alanine.
2. Deux de ces trois formes sont en équilibre à pH = pK_{A_1}.
   2.1 Donner la nature de la solution.
   2.2 Ecrire l'équation de l'équilibre entre ces deux formes.

2.2 Exprimer le pH en fonction de la concentration des deux formes et du pK_{A_1}.

3 On considère une solution d'alanine de concentration C = 0,10 mol/L.

3.1 Ecrire l'équation de l'équilibre du couple de pK_{A_2} = 9,87

3.2 Exprimer le pH en fonction de la concentration des deux formes et du pK_{A_2} = 9,87.

3.3 Calculer les concentrations des trois formes lorsque le pH = 2,60 et pH = 9,20.

ENONCE ACIDES α-AMINES 04

Données : M(H) = 1,0 g/mol ; M(O) = 16 g/mol ; M(N) = 14 g/mol ; M(C) = 12 g/mol.

Les acides α-aminés sont polyfonctionnels et leur rôle biochimique est considérable. Ils participent à la construction des protéines.

1. Les acides α-aminés les plus simples ont la formule semi-développée suivante : R-CH (Y)-X ; R- étant un groupe alkyle à n atomes de carbones.
   1.1 Donner les noms des deux groupes fonctionnels X et Y.
   1.2 Préciser le nom du carbone qui porte les deux fonctions Y et X.
   1.3 Ecrire la formule semi-développée de l'acide α-aminé en fonction de n et des deux groupes fonctionnels X et Y.
2. Un acide α-aminé a une masse molaire de 117 g/mol.
   2.1 Ecrire l'expression de la masse molaire de cet acide α-aminé en fonction de n.
   2.2 Déterminer la formule brute de cet acide α-aminé.
   2.3 Ecrire les formules semi-développées et les noms des deux acides α-aminés qui correspondent à cette formule brute.
3. Par condensation, deux acides α-aminés peuvent réagir l'un sur l'autre. Soient deux acides α-aminés de formules brutes $C_3H_7O_2$N et $C_4H_9O_2$N.
   3.1 Donner la formule de la liaison peptidique.
   3.2 Ecrire les formules des deux corps obtenus par condensation. (On n'envisagera pas la réaction d'un acide aminé sur lui-même).
   3.3 Présenter le nombre de stéréo-isomères possibles des corps obtenus.

ENONCE ACIDES α-AMINES 05

Un acide α-aminé possède une fonction amine et une fonction acide. Comme dans les acides carboxyliques, à partir de la fonction acide des acides aminés, on peut aussi préparer des fonctions dérivées d'acides.

1. Un acide α-aminé R-CH (NH_2)-COOH, donne par réaction de décarboxylation, une amine et un gaz qui trouble l'eau de chaux.
   1.1 Donner la condition pour laquelle cet acide α-aminé soit chiral.
   1.2 Donner la formule générale brute des amines
   1.3 Ecrire l'équation bilan de décarboxylation de cet acide α-aminé.
2. La masse molaire de l'amine obtenue est égale à 59 g/mol.
   2.1 Définir deux isomères.
   2.2 Justifier la propriété nucléophile de l'amine formée.
   2.3 Déterminer la formule semi-développée de l'acide α-aminé et son nom sachant que son groupe alkyle comporte deux groupe méthyl liés à un atome de carbone.
3. On fait réagir l'acide α-aminé CH_3-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COOH sur le chlorure de thionyle $SOCl_2$.
   3.1 Nommer cette réaction.
   3.2 Préciser la fonction chimique de l'acide aminé qui est attaquée.
   3.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre cet acide aminé et le chlorure de thionyle.

ENONCE ACIDES α-AMINES 06

Les acides α-aminés sont présents dans les protéines. Utilisés dans de nombreux médicaments tels que les antibiotiques et interviennent dans de nombreux processus réactionnels intercellulaires.

1. La tyrosine est un acide α-aminé de formule : HO-C_6H_4-CH_2-CH (NH_2)-COOH.
   1.1 Donner la formule des groupes fonctionnels caractéristique des acides α-aminé dans cette molécule.
   1.2 Montrer que la molécule de la tyrosine est chirale.
   1.3 Schématiser en représentation de Fisher, les deux énantiomères D et L de la tyrosine.
2. En solution aqueuse, la tyrosine existe sous forme d'un Amphion.
   2.1 Définir un corps amphotère.
   2.2 Ecrire la formule semi-développée de l'Amphion.
   2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'Amphion et les ions hydronium sachant que l'Amphion joue le rôle d'une base.
3. En solution aqueuse, il existe une valeur du pH appelée pH du point isoélectrique, noté pH_i, où la concentration de l'Amphion est maximale. Les pK_A des couples acide/base associés à l'Amphion sont : $pK_{A1} = 2.1$ et $pK_{A2} = 9.1$.
   3.1 Définir une solution aqueuse.
   3.2 Montrer que $pH_i = 0.5(pK_{A1} + pK_{A2})$.
   3.3 Calculer le pH_i pour la tyrosine.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE III : LES ACIDES α-AMINES

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 01

1.1 Molécule non superposable à son image par rapport à un miroir plan.

1.2 Utiliser la masse molaire.

1.3 Leucine: CH_3-CH (CH_3)-CH_2-CH (NH_2)- COOH ; Isoleucine : C_2H_5-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COOH.

2.1 –CO-NH-.

2.2 En activant et bloquant certaines fonctions entre les deux acides α-aminés, on obtient les dipeptides Leu-Iso et Iso-Leu.

2.3 CH_3-CH (CH_3)-CH_2-CH (NH_2)-COOH + NH_2-CH (R_l)-COOH $\longrightarrow$ H_2O + R_L-CH (NH_2)-CO-NH-CH (R_l)-COOH.

3.1 12 carbones asymétriques.

3.2 En dehors des dipeptides P_1 et P_2, chaque acide peut réagir lui-même en donnant Leu-Leu et Iso-Iso.

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 02

1.1 Espèce chimique ionique pouvant jouer à la fois le rôle d'un acide et d'une base en solution aqueuse.

1.2 pK_A(CH_3-CH (NH_3^+)- COOH/NH_3^+-CH (CH_3)-COO^-) = 2,4

pK_A (NH_3^+-CH (CH_3)-COO^-/CH_3-CH (NH_2)-COO^-) = 9,9.

1.3 $[H_3O^+] = 8{,}0.10^{-7}$mol/L; $[OH^-] = 1{,}3.10^{-8}$mol/L.

2.1 $\mathrm{pH} = pK_A + \log\frac{[A^-]}{[AH]}$.

2.2 $\mathrm{pH} > pK_A$, A^- prédomine devant AH; $\mathrm{pH} < pK_A$, AH prédomine devant A^-.

2.3

CH_3-CH (NH_3^+)-COOH | 2,4 | CH_3-CH (NH_3^+)-COO^- | 9,9 | CH_3-CH (NH_2)-COO^- → pH

1.1 Solution tampon.
1.2 Ajout d'une base forte car il faut diminuer la concentration en ions H_3O^+.
1.3 [CH_3-CH (NH_3^+)-COOH] = [CH_3-CH (NH_2)-COO^-].

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 03

1.1 Forme acide, forme amphionique et forme basique.

1.2 pH auquel l'acide α-aminé est sous la forme zwitterionique (mixte) pour laquelle la charge globale est nulle. $pH_i = \frac{pK_{1_1} + pK_{A_2}}{2}$ = 6,11.

1.3 Domaines de predominance:

NH_3^+-CH (CH_3)-COOH | 2,35 | NH_3^+-CH (CH_3)-COO$^-$ | 9,87 | NH_2-CH (CH_3)-COO$^-$ → pH

2.1 Solution tampon.

2.2 NH_3^+-CH (CH_3)-COOH + H_2O $\rightleftarrows$ NH_3^+-CH (CH_3)-COO$^-$ + H_3O^+

2.3 pH = pK_{A_1} + $\log\frac{[NH_3^+-CH\,(CH_3)-COO^-]}{[NH_3^+-CH\,(CH_3)-COOH]}$.

3.1 NH_3^+-CH (CH_3)-COO$^-$ + H_2O $\rightleftarrows$ NH_2-CH (CH_3)-COO$^-$ + H_3O^+

3.2 pH = pK_{A_2} + $\log\frac{[NH_2-CH\,(CH_3)-COO^-]}{[NH_3^+-CH\,(CH_3)-COO^-]}$.

3.3 pH = 2,60; $[H_3O^+]$ = 2,51.10^{-3} mol/L; $[OH^-]$ = 4,00.10^{-12} mol/L; [NH_3^+-CH (CH_3)-COO$^-$] = 2,51.10^{-3} mol/L; [NH_3^+-CH (CH_3)-COOH] = 9,75.10^{-2} mol/L.

pH = 9,20; $[H_3O^+]$ = 6,31.10^{-10} mol/L; $[OH^-]$ = 1,58.10^{-5} mol/L; $[NH_3^+$-CH (CH_3)-$COO^-]$ = 1,58.10^{-5} mol/L; $[NH_2$-CH (CH_3)-$COO^-]$ = 9,99.10^{-2} mol/L.

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 04

1.1 Groupes-Y : amine ; groupe X : acide.
1.2 Carbone α.
1.3 C_nH_{2n+1}-CH (NH_2)-COOH.

2.1 M = 14n + 75.

2.2 n = 3 d'où la formule $C_5H_{11}O_2$N.

2.3 CH_3-$(CH_2)_2$-CH (NH_2)-COOH acide amino-2 pentanoïque ; CH_3-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COOH acide 3-méthyl amino-2 butanoique.

3.1 Liaison peptidique : -CO-NH-.

3.2 CH_3-CH (NH_2)-CO-NH-CH (C_2H_5)-COOH ; C_2H_5-CH (NH_2)-CO-NH-CH (CH_3)-COOH.

3.3 Quatre stéréo-isomères.

CORRIGE ENONCE ACIDE α-AMINES 05

1.1 Le groupe alkyle R ≠ H.
1.2 Formule Générale brute : C_nH_{2n+3}N.
1.3 R-CH (NH_2)-COOH $\longrightarrow$ CO_2 + R-CH_2-NH_2.

2.1 Des corps ayant la même formule brute mais des formules semi-développées différentes.

2.2 Le doublet non liant sur l'atome d'azote confère à la molécule d'amine son caractère nucléophile (riche en électrons).

2.3 Acide 3-méthyl amino-2 butanoique : CH_3-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COOH.

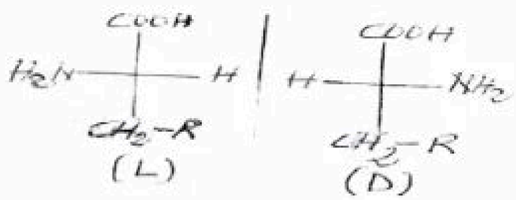
3.1 Synthèse sélective d'un chlorure d'acyle (acylation d'un acide α-aminé).

3.2 C'est la fonction acide qui est attaquée.

3.3 CH_3-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COOH + $SOCl_2$ $\longrightarrow$ CH_3-CH (CH_3)-CH (NH_2)-COCl + SO_2 + HCl.

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 06

1.1 Groupe amine - NH_2 groupe carboxyle – COOH.
1.2 Le carbone 2 est asymétrique.

1.3 

2.1 Espèce chimique ionique pouvant jouer à la fois le rôle d'un acide et d'une base en solution aqueuse.

2.2 R-CH_2-CH (NH_3^+)-COO^-.

2.3 R-CH_2-CH (NH_3^+)-COO^- + H_2O $\rightleftharpoons$ R-CH_2-CH (NH_3^+)-COOH + OH^-.

3.1 Solution dont le solvant est l'eau.

3.2 Soit A : l'espèce amphion, A^+ le cation et A^- l'anion : $K_{A1} = \frac{[H_3O^+].[A]}{[A^+]}$; $K_{A2} = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[A]}$

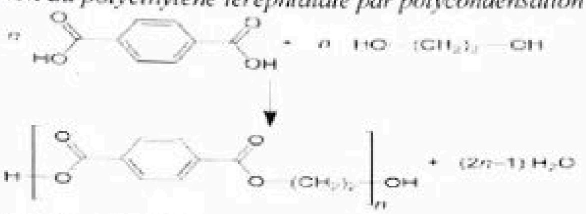
$K_{A1} . K_{A2} = [H_3O^+]^2$ d'où $pH_i = \frac{1}{2}(pK_{A1} + pK_{A2})$.

3.3 $pH_i = 5{,}6$.

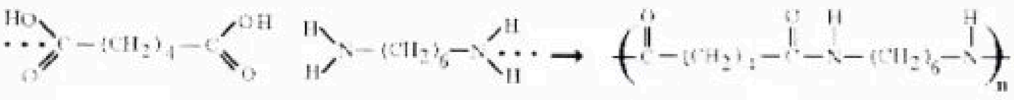
CHAPITRE 4 : LES POLYMERES SYNTHETIQUES

L'essentiel du cours

- *Représentation de différents monomères : CH_2= CH-Y ; Y peut désigner indifféremment H, CH_3, Cl, C_6H_5, O-CO-CH_3.*
- *Formule générale d'un polymère de polyaddition : -(CH_2-CHY)$_n$-*
- *Motif du polymère : -CH_2-CHY-*
- *Obtention du polyéthylène téréphtalate par polycondensation :*



- *Obtention du nylon 6-6 :*



acide adipique (hexanedioïque) — diaminohexane — nylon 6,6

- *Obtention du chlorure de vinyle : Chloration directe : $CH_2 = CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$ (1,2-dichloro éthane)*
- *Oxy-chloration : $CH_2 = CH_2 + 2\,HCl + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl + H_2O$*
- *Craquage du 1,2-dichloro éthane : obtention du chlorure de vinyle $CH_2Cl\text{-}CH_2Cl \longrightarrow CH_2 = CH\,Cl + H\,Cl$.*

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 01

Données : M (C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1,0 en g/mol.

1. Pour étendre son réseau de distribution d'eau, la société d'énergie et d'eau du Gabon (SEEG) fait la commande des tuyaux P.V.C à une usine habileté.

Au laboratoire de l'usine, on déshydrate une mole d'un alcool saturé, dont le rapport en masse de carbone par rapport à l'hydrogène est égal à 4. Le catalyseur utilisé est l'alumine (Al_2O_3), sous la température de 350°C. Le produit gazeux obtenu est noté : A.

1.1 Définir un hydrocarbure insaturé.
1.2 Ecrire l'équation-bilan conduisant à A, en utilisant les formules générales fonctions de n.
1.3 Déterminer la formule semi-développée de A.

2. L'oxy-chloration de A, donne, après une distillation fractionnée, le 1,2-dichloro éthane, puis par craquage thermique de 1,2-dichloro éthane, on obtient un corps B qui est la matière première de fabrication des tuyaux P.V.C.

2.1 Définir une oxy-chloration.

2.2 Préciser la formule semi-développée de B.

2.3 Ecrire les équations bilans des deux réactions mentionnées ci-dessus.

3. Enfin, par polyaddition du produit B, l'usine produit toutes sortes de tuyaux dont ceux commandés par la SEEG.

3.1 Définir une polyaddition.

3.2 Préciser le motif du polymère.

3.3 Ecrire la formule semi-développée du polymère.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 02

Le polystyrène est une matière plastique rigide et dure souvent utilisée pour la fabrication des boitiers de télévision et de radio.

1. Au laboratoire, on fait réagir le benzène sur l'éthylène en présence d'un catalyseur approprié.
   1.1 Définir une réaction d'addition.
   1.2 Justifier que cette réaction est une alkylation.
   1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
2. On réalise la déshydrogénation catalytique de l'éthyl benzène, on obtient la matière de base de fabrication des boitiers de télévision et de radio.
   2.1 Définir une déshydrogénation.
   2.2 Préciser la formule semi-développée du styrène.
   2.3 Ecrire l'équation-bilan d'obtention du styrène.
3. Enfin, on réalise la polyaddition du styrène pour obtenir le polymère.
   3.1 Définir une polyaddition.
   3.2 Ecrire le motif du polymère.
   3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'obtention du polystyrène.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 03

Le Kevlar, fibre synthétique très résistante est un polymère synthétisé à partir de monomères suivants : $H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$ et OH-CO-C_6H_4-CO-OH.

1. Préparation du para diamine benzène.
   On fait réagir sur le 1-chloro 4-nitro benzène, deux moles d'ammoniac pour donner le 1-nitro 4-amino benzène et le chlorure d'ammonium. L'hydrogénation du 1-nitro 4-amino benzène conduit au 1,4-diamine benzène et de l'eau.
   1.1 Nommer la ou les fonctions chimiques dans la molécule de $H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$.
   1.2 Ecrire l'équation-bilan conduisant au 1-nitro 4-amino benzène.
   1.3 Ecrire l'équation-bilan permettant d'obtenir la molécule de 1,4-diamine benzène.
2. Préparation de l'acide téréphtalique.
   Cet acide a été obtenu par oxydation ménagée du composé HOOC-C_6H_4-CHO par une solution acidifiée de permanganate de potassium.
   2.1 Nommer les fonctions chimiques que possède ce composé.
   2.2 Préciser la fonction chimique qui participe à la réaction d'oxydation ménagée.
   2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydation ménagée conduisant à l'acide téréphtalique.
3. Préparation du polymère

3.1 Définir une polycondensation.
3.2 Ecrire l'équation entre l'acide téréphtalique et le 1,4-diamine benzène.
3.3 Ecrire la formule semi-développée du polymère obtenu par polycondensation de ces deux molécules.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 04

Soit le motif élémentaire d'un polymère présent dans la composition d'un vêtement :

-[-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2]$_n$--

1.1 Nommer la famille au quelle appartient ce polymère.
1.2 Préciser les fonctions chimiques à partir desquelles on peut obtenir une fonction ester.
1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre une mole de l'éthan-1,2-diol avec l'acide téréphtalique.

2. Préparation d'un polymère du même type.
Dans un bécher, on verse une solution de dichlorure éthane dioyle (Cl-CO-CO-Cl dans du tétra chloro éthane, ajoutons lentement l'éthan-1,2-diol.

2.1 Nommer ce type de réaction.
2.2 Préciser la ou les fonctions chimiques présentes dans la molécule de dichlorure éthane dioyle.
2.3 Ecrire l'équation-bilan entre une mole de dichlorure éthane dioyle avec une mole de l'éthan-1,2-diol.

3. On réalise la polymérisation entre les monomères ci-dessus.

3.1 Nommer ce type de polymérisation.
3.2 Donner un nom à ce polymère.
3.3 Ecrire le motif de ce polymère.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 05

Données : M (C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1,0 en g/mol.

Le poly acétate de vinyle (P.V.A.C) : -CH_2-CH (O-CO-CH_3) est une fibre synthétique utilisée pour la fabrication des colles et peinture.

1.1 Donner les formules semi-développées des composants de base de cette fibre.
1.2 La réaction conduisant à cette fibre, nécessitant du dioxygène est réalisée à chaud, justifier la présence de la chaleur.
1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'obtention de l'acétate de vinyle.

1. On réalise la polymérisation de l'acétate de vinyle.

2.1 Donner le nom de cette polymérisation.
2.2 Ecrire la formule semi-développée du P.V.A.C.
2.3 Ecrire l'équation-bilan de cette polymérisation.

3. La masse molaire du polymère est égale à 4730 kg.

3.1 Définir l'indice de polymérisation.
3.2 Donner la relation entre l'indice n, la masse molaire du motif et la masse molaire du polymère.

3.3 Calculer l'indice de polymérisation.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 06

Le nylon 6-6 est synthétisé au laboratoire par la réaction de l'hexanediamine-1,6 (H_2N-$(CH_2)_2$-NH_2 avec le dichlorure d'hexane dioyle Cl-CO-$(CH_2)_2$-CO-Cl.

1. Préparation du dichlorure d'hexane dioyle.
   On réalise une poly chloration de l'acide hexane dioïque par un agent chlorurant puissant.
   1.1 Nommer la famille au quelle appartient le chlorure d'hexane dioyle.
   1.2 Donner les agents chlorurant les plus utilisés.
   1.3 Ecrire les deux équations-bilan permettant de passer de l'acide hexane dioïque au dichlorure d'hexane dioyle.
2. On réalise la synthèse du nylon 6-6 en faisant réagir l'hexane diamine-1,6 avec le dichlorure d'hexane dioyle.
   2.1 Nommer la famille au quelle appartient ce polymère.
   2.2 Justifier qu'il s'agit d'une polycondensation.
   2.3 Ecrire l'équation de la réaction entre une mole d'hexane diamine-1,6 avec une mole de dichlorure d'hexane dioyle.
3. Caractéristiques du polymère.
   3.1 Donner le motif du polymère.
   3.2 Justifier l'appellation du nylon 6-6.
   3.3 Ecrire la formule semi-développée du polymère.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : 04 LES POLYMERES SYNTHETIQUES

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 01

1.1 Composé moléculaire formé uniquement d'atomes d'hydrogène et de carbone dont la chaine carbonée comporte au moins une double ou triple liaison C-C.

1.2 $C_nH_{2n+2}O \longrightarrow C_nH_{2n} + H_2O$.

1.3 $n = 1$ mol alors M = m ; $\frac{12n}{2n+2} = 4$ n = 2 ; A : $CH_2 = CH_2$.

2.1 Chloration d'un alcène en présence de dioxygène et de HCl.

2.2 B : CH_2 = CHCl.

2.3 $CH_2 = CH_2 + 2\ HCl + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow$ CH_2Cl-CH_2Cl + H_2O.

CH_2Cl-CH_2Cl $\longrightarrow$ CH_2 = CHCl + HCl.

3.1 Une polyaddition résulte de l'addition d'un grand nombre de molécules identiques appelées monomères.

3.2 -CH_2-CH (Cl)-.

3.3 -[-CH_2-CH (Cl)-]$_n$-

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 02

1.1 Réaction au cours de laquelle deux corps réagissent pour former une molécule plus grande.

1.2 Substitution d'un atome d'hydrogène par le groupe alkyle -C_2H_5 provenant de l'éthylène sur le benzène.

1.3 $C_6H_6 + CH_2 = CH_2 \longrightarrow C_6H_5$-$CH_2$-$CH_3$.

2.1 Réaction d'élimination d'atomes d'hydrogène en présence d'un catalyseur.

2.2 C_6H_5-CH = CH_2.

2.3 C_6H_5-CH_2-CH_3 $\xrightarrow{cat}$ C_6H_5-CH = CH_2.

3.1 Une polyaddition résulte de l'addition d'un grand nombre de molécules identiques appelées monomères.

3.2 -CH_2-CH (C_6H_5)-.

3.3 n CH_2 = CH-C_6H_5 $\longrightarrow$ -[-CH_2-CH (C_6H_5)-]$_n$-

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 03

1.1 Fonction amine -NH_2.
1.2 Cl-C_6H_4-NO_2 + 2 NH_3 $\longrightarrow$ NH_4Cl + H_2N-C_6H_4-NO_2.
1.3 H_2N-C_6H_4-NO_2 + 3 H_2 $\longrightarrow$ H_2N-C_6H_4-NH_2 + 2 H_2O.

2.1 Fonction acide et fonction aldéhyde.

2.2 Seule la fonction aldéhyde participe.

2.3 5 HOOC-C_6H_4-CHO + 2 MnO_4^- + 6 H^+ $\longrightarrow$ 2 Mn^{2+} + 5 HOOC-C_6H_4-COOH + 3 H_2O.

3.1 Réaction au cours de laquelle un grand nombre de molécules s'unissent par des liaisons qui se forment lors de réactions entre deux groupes portés :

- soit par des molécules identiques ;

- soit par des molécules de deux types différents,

Entrainant l'élimination de molécules d'eau ou de chlorure d'hydrogène.

3.2 HOOC-C_6H_4-COOH + H_2N-C_6H_4-NH_2 $\longrightarrow$ OH-CO-C_6H_4-CO-NH-C_6H_4-NH_2.

3.3 -[-CO-C_6H_4-CO-NH-C_6H_4-NH-]$_n$-

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 04

1.1 Polyester.
1.2 Fonctions alcool et acide.
1.3 HOOC-C_6H_4-COOH + OH-CH_2-CH_2-OH $\longrightarrow$ H_2O + HOOC-C_6H_4-COOCH_2-CH_2OH.
2.1 C'est une estérification.
2.2 Chlorure d'acyle.
2.3 Cl-CO-CO-Cl + OH-CH_2-CH_2OH $\longrightarrow$ HCl + Cl-CO-CO-OCH_2-CH_2OH.
3.1 Poly condensation.
3.2 Polyethylene oxalate.
3.3 -O-CO-CO-O-CH_2-CH_2-.

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 05

1.1 CH_2 = CH_2 et CH_3-COOH.
1.2 *Il* y a élimination de molécules d'eau.
1.3 CH_2 = CH_2 + CH_3-COOH + $\frac{1}{2}$ O_2 $\longrightarrow$ CH_2 = CH-OOC-CH_3 + H_2O.

2.1 C'est une poly condensation.

2.2 -[-CH_2-CH (O-OC-CH_3)-]$_n$-.

2.3 n (CH_2 = CH-OOC-CH_3) -[-CH_2-CH (O-OC-CH_3)-]$_n$-

3.1 Le nombre de motifs que comporte un polymère.

3.2 Indice $n = \frac{M_{poly}}{M_{motif}}$.

3.2 $n = 5{,}5.10^4$.

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 06

1.1 Chlorure d'acyle.
1.2 PCl_5 ou $SOCl_2$.
1.3 OH-CO- $(CH_2)_4$-COOH + PCl_5 ⟶ OH-CO- $(CH_2)_4$-COCl + $POCl_3$ + HCl.

OH-CO- $(CH_2)_4$-COCl + PCl_5 ⟶ Cl-CO- $(CH_2)_4$-CO-Cl + HCl + $POCl_3$.

2.1 Polyamide.

2.2 Il y a élimination de molécules H.Cl.

2.3 Cl-CO- $(CH_2)_4$-COCl + H_2N- $(CH_2)_6$-NH_2 ⟶ Cl-CO-$(CH_2)_4$-CO-NH-$(CH_2)_6$-NH_2 + HCl.

3.1 –CO- $(CH_2)_4$ -CO-NH- $(CH_2)_6$-NH-.

3.2 6 atomes de carbone provenant du dichlorure d'hexane dioyle et 6 atomes de carbone provenant de l'hexane diamine.

3.3 -[– CO- $(CH_2)_4$ -CO-NH- $(CH_2)_6$-NH-]$_n$-.

BIBLIOGRAPHIE

http://www.elmessaoudi-physique.net

http://physiquechimie.sharepoint.com

www.lesavoir.net

www.2kapi.com

http://hsmedali.sciencesphysique-tunisie.com

http://physiquechimie.ecoles.officelive.com

www.devoirat.net

www.juufpc.junido.com

http://sujetsdephysique.free.fr

http://www.joobpc.volasite.com

www.fomes... ...ta.com

www.scorriges.com

http://maths.sciences.fr

www.edunet.tn