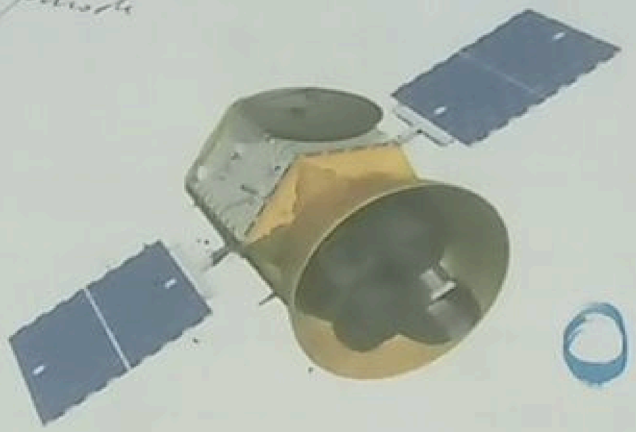
T-plusrde

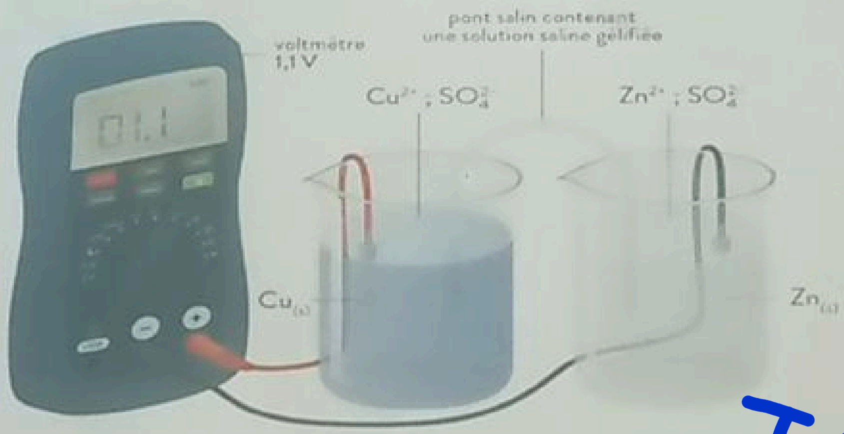
TleC



ORAINE

Physique Chimie

TERMINALES C, D et E



TESLA

TOME 2

COLLECTION LE YARGA

AVANT PROPOS

Ce fascicule est destiné aux enseignants qui éprouvent encore des difficultés dans la rédaction des devoirs et sujets de types baccalauréats et aux élèves des classes terminales C, D et E désireux d'étendre leurs bibliothèques.

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 uns et aux autres de s'adapter à la nouvelle pédagogie de rédaction des sujets au baccalauréat.

L'essentiel du cours permet à l'utilisateur d'avoir une vision panoramique des points clés développés dans chaque leçon de cours.

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.

L'essentiel de chaque cours fait suite à cinq énoncés entièrement corrigés.

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'énoncé 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 efficacement pour l'examen du baccalauréat.

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

Les auteurs

Tel : +24165086374

TABLE DES MATIÈRES

AVANT PROPOS

CHAPITRE 1 : CINEMATIQUE DU POINT MATERIEL

La cinématique est l'étude des mouvements dans un repère donné, indépendamment des causes qui les produisent.

I. Repérage d'un point.

I.1 Rappels

I.1.1 Référentiel . C'est un solide fixe (système indéformable) de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un point matériel.

Exemples de référentiels : Terrestre, géocentrique (ou de Coriolis) et le référentiel héliocentrique (ou de Copernic)

I.1.2 Trajectoire

C'est l'ensemble des positions successivement occupées par un point mobile au cours de son mouvement.

II. Vecteur position

II.1 Coordonnées cartésiennes

-Si le mouvement de M a lieu sur une droite : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i}$.

-Si le mouvement de M a lieu dans un plan : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j}$

-Si le mouvement de M a lieu dans l'espace : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$.

Dans un repère orthonormé, la distance $OM = \|\overrightarrow{OM}\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ex primée en mètre (m).

II.2 Abscisse curviligne : Lorsque le mouvement a lieu sur une courbe, le point mobile est repéré par son abscisse curviligne : $s = \overline{M_0M}$ et s = f(t) est son équation horaire.

III. Vecteur vitesse instantanée : C'est la dérivée par rapport au temps du vecteur position $\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$.

III.1 Expression du vecteur vitesse en coordonnées cartésiennes.

Soit $\overrightarrow{OM} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$; $\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = \frac{d}{dt}(x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}) = \frac{dx}{dt}.\vec{i} + \frac{dy}{dt}.\vec{j} + \frac{dz}{dt}.\vec{k}$

$\vec{V} = \dot{x}.\vec{i} + \dot{y}.\vec{j} + \dot{z}.\vec{k}$, de norme $V = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$ exprimée en m/s.

III.2 Expression du vecteur vitesse à partir de l'abscisse curviligne.

La mesure algébrique de la vitesse est égale à la dérivée par rapport au temps de l'abscisse curviligne.

$V = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$ or $s = R.\alpha$ alors $V = \frac{d}{dt}(R.\alpha) = R.\frac{d\alpha}{dt}$ et $V = R.\omega$; V en m/s, R en m et ω = vitesse angulaire en rad/s.

IV. Vecteur accélération

IV.1 Vecteur accélération moyenne.

Le vecteur accélération moyenne entre deux points M_1 et M_2 est : $\vec{a}_m = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1}$.

IV.2 Vecteur accélération instantanée.

Le vecteur accélération est égal à la dérivée première du vecteur vitesse par rapport au temps.

$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$ or $\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ alors $\vec{a} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}(x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k})$ et $\vec{a} = \ddot{x}.\vec{i} + \ddot{y}.\vec{j} + \ddot{z}.\vec{k}$.

La norme est $\|\vec{a}\| = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2}$ exprimée en m/s^2.

IV.3 Expression du vecteur accélération dans la base de Frenet.

La base de Frenet est constituée de deux vecteurs unitaires $\vec{\tau}$ et $\vec{n}$ liés au point mobile M.

$\vec{a} = a_\tau.\vec{\tau} + a_n.\vec{n} = \frac{dV}{dt}.\vec{\tau} + \frac{V^2}{R}.\vec{n}$ avec $a_\tau = \frac{dV}{dt}$ est l'accélération tangentielle

$a_n = \frac{V^2}{R}$ représente l'accélération normal ; R est le rayon de courbure de la trajectoire.

Remarques :

-Si $\vec{a}.\vec{V} > 0$, le mouvement est accéléré : $\vec{V}$ et $\vec{a}_\tau$ même sens ($V.a_\tau > 0$) ;

-Si $\vec{a}.\vec{V} < 0$, le mouvement est retardé ; $\vec{V}$ et $\vec{a}_\tau$ sens contraire ($V.a_\tau < 0$) ;

-Si $\vec{a}.\vec{V} = 0$, le mouvement est uniforme, $a_\tau = 0$ et V = constante.

V. Etude de quelques mouvements particuliers.

V.1 Mouvement rectiligne uniforme.

C'est un mouvement dont la trajectoire est une droite et de vitesse constante.

Equation horaire : $x = V_0.t + x_0$; x_0 est l'abscisse initiale à $t = t_0$.

$V_0 = V =$ constante.

V.2 Mouvement rectiligne uniformément varié.

Mouvement dont la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} > 0$ ou $\vec{a}.\vec{V} < 0$.

Equations horaires : $a_0 = a =$ constante ; $x = \frac{1}{2}.a_0.t^2 + V_0.t + x_0$

$V = a_0.t + V_0$ avec V_0 : vitesse initiale à $t = t_0$.

Remplaçons $t = \frac{V - V_0}{a_0}$ dans l équation horaire de x, on obtient la relation indépendante du temps : $V^2 - V_0^2 = 2.a_0(x - x_0)$.

V.3 Mouvement circulaire uniforme.

C'est un mouvement dont la trajectoire est un cercle et de vitesse constante.

Equation horaire : $s = V.t + s_0$ ou $\theta = \omega.t + \theta_0$; V = constante alors $a = a_n = \frac{V^2}{R} = R.\omega^2$

$\vec{a}_n = \vec{a}$ est centripète.

Dans la base normée, les coordonnées d'un point mobile M ayant un mouvement circulaire uniforme sont :

$\overrightarrow{OM}$ ($x = R.\cos\theta = R.\cos\omega.t$; $y = R.\sin\theta = R.\sin\omega.t$),

$\vec{V}$ ($\dot{x} = - R.\omega.\sin\omega.t$; $\dot{y} = R.\omega.\cos\omega.t$)

$\vec{a}$ ($\ddot{x}$ = - R.ω^2.cos$\boldsymbol{\omega}$.t ; $\ddot{y}$ = - R.ω^2.sin$\boldsymbol{\omega}$.t).

On a $\vec{a}$ = - $\omega^2.\overrightarrow{OM}$ ce qui montre que $\vec{a}$ est opposé à $\overrightarrow{OM}$ et donc centripète ; V = R.$\boldsymbol{\omega}$ d'où a = $a_n = \frac{V^2}{R}$.

ENONCE CINE 01

La figure ci-dessous représente la capture de l'image du mouvement d'une voiture roulant sur une route horizontale, réalisée par un élève de terminale S. Il s'intéresse au mouvement de son centre d'inertie G par rapport au repère d'espace $(0, \vec{\imath})$ fixe par rapport à la route.

À l'origine des dates, le conducteur actionne ses freins dans le but d'arrêter son véhicule avant l'obstacle qu'il vient d'apercevoir sur la route. Avant cela, la voiture roulait à une vitesse constante de V_0 = 180 km/h. On prendra comme origine des dates, l'instant de passage par la position O.

Aider votre camarade à caractériser le mouvement du centre d'inertie G de la voiture.

1. Etude du mouvement du centre d'inertie G de la voiture pour t < 0.

1.1 Donner la nature du mouvement de G.

1.2 Préciser la valeur de son accélération.

1.3 Ecrire l'équation horaire du mouvement de la voiture.

2. Etude du mouvement du centre d'inertie G pour t ≥ 0.

2.1 Donner le sens de son accélération par rapport à celui de sa vitesse v(t).

2.2 Calculer la valeur de l'accélération que devrait avoir le centre d'inertie G de la voiture pour qu'il s'arrête immédiatement au point A sans toucher l'obstacle.

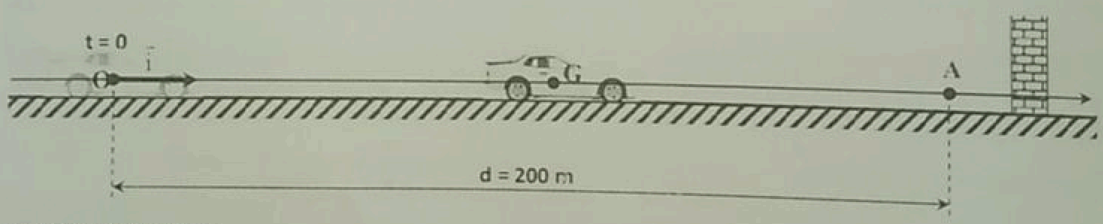
2.3 Déterminer l'expression de la mesure algébrique de la vitesse instantanée v(t) au cours du freinage.

3. L'élève souhaite modéliser l'équation horaire du mouvement.

3.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.

3.2 Calculer la durée du freinage du mouvement de G.

3.3 Ecrire l'équation horaire d mouvement du centre d'inertie G de la voiture.



ENONCE CINE 02

Pour vérifier l'acquisition des connaissances, un professeur ES Science propose à ses étudiants cet énoncé.

Une voiture A est arrêtée sur une route horizontale rectiligne à une distance $d_1 = 3{,}0$ m d'un feu rouge. Lorsque le feu passe au vert, à l'instant t = 0, la voiture démarre avec une accélération constante $a_1 = 3{,}0$ m/s^2.

Au même moment un motard M roulant à la vitesse constante $V_2 = 15$ m/s, se trouve à une distance $d_2 = 24$ m du feu. On choisira comme origine des dates et des espaces la position du feu tricolore.

1.Dans un premier temps, le motard dépasse la voiture.

1.1 Définir la cinématique.

1.2 Ecrire les équations horaires des mouvements du motard et de la voiture.

1.3 Démontrer que les dates possibles que le motard peut dépasser la voiture sont $t_1 = 1{,}7$ s et $t_2 = 8{,}3$ s.

2. Si le motard roulait à la vitesse constante V = 10 m/s.

2.1 Définir un mouvement rectiligne uniforme.

2.2 Montrer que le motard ne peut pas dépasser la voiture.

2.3 Déterminer dans ce cas, l'instant pour lequel la distance qui sépare le motard de la voiture est minimale.

3. Détermination de la distance minimale.

3.1 Définir un repère d'espace.

3.2 Donner l'expression permettant de déterminer la distance minimale qui sépare le motard de la voiture.

3.3 Calculer la distance minimale correspondant à l'instant pour lequel la distance qui sépare le motard de la voiture est minimale.

ENONCE CINE 03

Afin de réaliser une étude cinématique, un élève de terminale S assis dans son balcon et disposant d'un matériel approprié. observe et note les paramètres des mouvements de deux voitures M_1 et M_2.

1.Les deux voitures M_1 et M_2 se suivent à une distance d à la même vitesse constante V = 30 m/s. À l'instant t = 0, la voiture M_1 commence à freiner avec une décélération constante $a_1 = 6{,}0$ m/s^2, la voiture M_2 ne commence à freiner qu'avec un retard d'une seconde avec une décélération constante $a_2 = 5{,}0$ m/s^2.

1.1 Définir la distance de freinage.

1.2 Montrer que les équations horaires des mouvements des deux voitures sont : $x_1 = - 2.t + 27.t + d - 3$ et $x_2 = - 2{,}5.t + 30.t$.

1.3 Déterminer la distance d pour que la voiture M_2 s'arrête sans heurter M_1.

2. On suppose que pour une distance d = 30 m, la voiture M_2 heurte la voiture M_1.

2.1 Définir un mouvement rectiligne uniformément retardé.

2.2 Ecrire les équations horaires des mouvements des voitures M_1 et M_2.

2.3 Déterminer la date du choc entre les deux voitures.

3. Pour une distance d = 55 m, la collision entre M_1 et M_2 ne peut pas avoir lieu.

3.1 Définir un repère d'espace.

3.2 Ecrire les équations horaires des mouvements des deux voitures M_1 et M_2.

3.3 Déterminer la distance minimale séparant les deux voitures lorsqu'elles s'arrêtent.

ENONCE CINE 04

Dans un repère orthonormé R (o, $\vec{i}$, $\vec{j}$), les équations paramétriques du mouvement d'un point mobile M sont : x = A.cos $\boldsymbol{\omega}$.t et y = A.sin$\boldsymbol{\omega}$.t, avec A = 10 cm et $\boldsymbol{\omega}$ = 10 rad/s.

Un élève de terminale S utilise ses acquis pour caractériser le mouvement du point mobile M.

1.1 Définir la trajectoire d'un point mobile.
1.2 Préciser ce qui distingue le vecteur vitesse de sa norme pour un mouvement circulaire uniforme.
1.3 Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire et sa nature.

2. Caractéristiques du vecteur vitesse et accélération.

2.1 Définir un mouvement circulaire uniforme.

2.2 Montrer que la vitesse est constante.

2.3 Déterminer la direction et le sens du vecteur accélération.

3. Utilisation de la base de Frenet.

3.1 Définir la base de Frenet.

3.2 Calculer le produit scalaire $\vec{V}.\vec{a}$. Conclure.

3.3 Démontrer que le rayon de courbure de la trajectoire du mouvement du point mobile M, R = A.

ENONCE CINE O5

Le but de cet énoncé est d'exploiter le vecteur vitesse pour déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire, la date et le rayon de courbure de la trajectoire du mouvement d'un point mobile M.

1.Un mobile M est en mouvement relativement au repère d'espace R (o, $\vec{i}$, $\vec{j}$), son vecteur vitesse est $\vec{V} = 3.\vec{i} + (-2.t + 4).\vec{j}$. La trajectoire du mouvement du point mobile M est représentée ci-dessous.

1.1 Donner la nature du mouvement et de la trajectoire.

1.2 Ecrire les équations horaires du mouvement du point mobile M.

1.3 Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire du point mobile M sachant qu'à l'origine des dates, le mobile passe par l'origine O.

2. Paramètres des vecteurs vitesse et accélération du point mobile M.

2.1 Définir les vecteurs vitesse et accélération d'un point mobile.

2.2 Exprimer le vecteur accéleration du point mobile M.

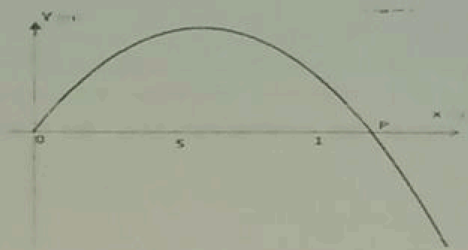
2.3 Déterminer la date pour laquelle le vecteur vitesse est horizontal. Tracer les vecteurs vitesse et accélération à cette date.

3.Utilisation de la base de Frenet.

3.1 Définir la base de Frenet.

3.2 Montrer que l'accélération tangentielle du mobile est nulle à t = 2 s.

3.3 Déterminer le rayon de courbure de la trajectoire du point mobile M à t = 2 s.



CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 1 : CINEMATIQUE

CORRIGE ENONCE CINE 01

1.1	Mouvement rectiligne uniforme.
1.2	L'accélération a = 0 car V = constante.
1.3	Equation x = 50.t.
2.1	Vecteur accélération $\vec{a}$ opposé à $\vec{V}$(t).
2.2	Entre les points O et A : V_A^2 - V_0^2 = 2.a.d ; V_A = 0 alors a = - $\frac{V_0^2}{2.d}$ soit a = - 6,25 m/s^2.
2.3	On a : a < 0 mvt RUR, V = a.t + V_0 alors V(t) = - 6,25.t + 50.
3.1	Mouvement dont la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} < 0$.
3.2	V(t) = 0 et – 6,25.t + 50 = 0 soit t = 8 s.
3.3	Equation horaire : x = - 3,125.t^2 + 50 t.

CORRIGE ENONCE CINE 02

1.1	Etude du mouvement indépendamment des causes qui les produisent.
1.2	Equations horaires Pour la voiture x_V = 1 ;5.t^2 - 3 et pour le motard x_M = 15.t – 24.
1.3	Pour que le motard dépasse la voiture $x_V = x_M$ alors 1,5.t^2 – 15.t + 21 = 0 D'où t_1 = 1,7 s et t_2 = 8,3 s.
2.1	Mouvement dont la trajectoire est une droite et la vitesse constante.
2.2	Montrons que le motard ne dépasse pas la voiture Si $x_V = x_M$ alors 1,5.t^2 – 3 = 10.t – 24 l'équation 1,5.t^2 – 10.t + 21 = 0 donne pour valeur du discriminant Δ = - 26 alors Δ < 0 l'équation n'admet pas de solutions.
2.3	Distance minimale $\frac{d}{dt}(x_V - x_M) = 0$; 3.t – 10 = 0 d'où t = 3,3 s.
3.1	Association d'un point origine lié au référentiel et d'une base formée de trois vecteurs unitaires.
3.2	Expression de la distance minimale $d_m = x_V - x_M$.
3.3	Distance minimale pour t = 3,3 s d_m= 1,5(3,3)^2 – 10(3,3) + 21 = 4,34 m.

CORRIGE ENONCE CINE 03

1.1	Distance parcourue entre le moment où le conducteur commence à freiner et l'arrêt.
1.2	Equations horaires : - Distance parcourue par M_2 en 1 s : d_2 = 30 X 1 = 30 m ; - Distance parcourue par M_1 en 1 s : x_1 = - 3.t^2 + 30.t et d_1 = 27 m ; sa vitesse au bout de 1 s est V_1 = a.t + V_0 ce qui donne V_1 = -3(1) + 30 = 27 m/s - Distance séparant les deux mobiles après 1 s : D = d – (30 – 27) = d – 3 D'où x_1 = - 3.t^2 + 27.t + d – 3 et x_2 = - 2,5.t^2 + 30.t.
1.3	M_2 s'arrête lorsque V_2 = - 5.t + 30 = 0 alors t = 6 s et M_2 s'arrête sans heurter M_1 si x_1 - x_2 > 0 par suite au bout de 6 s d > 30 m.
2.1	Mouvement dont la trajectoire est une droite et $\vec{a}.\vec{V} < 0$.
2.2	Equations horaires : x_2 = - 2,5.t^2 + 30.t et x_1 = - 3.t^2 + 27.t + 27.
2.3	Date du choc des deux mobiles x_1 = x_2 alors t = 4,9 s.
3.1	Association d'un point origine lié au référentiel et d'une base formée de trois vecteurs unitaires.
3.2	Equations horaires : x_1 = - 3.t^2 + 27.t + 52 et x_2 = - 2,5.t^2 + 30.t.
3.3	M_1 s'arrête V_1 = - 6.t + 27 = 0 alors t_1 = 4,5 s et d_1 = 113 m. M_2 s'arrête V_2 = - 5.t + 30 = 0 alors t_2 = 6,0 s Par suite d_m = d_1 - d_2 = 23 m.

CORRIGE ENONCE CINE 04

1.1	Ensemble des positions successivement occupées par un point mobile au cours de son mouvement.
1.2	Le vecteur vitesse n'est pas constant, il change de direction par contre la vitesse est constante.
1.3	Equation cartesienne $x^2 + y^2$ = A ; la trajectoire est un cercle de centre O et de rayon R = A.
2.1	Mouvement dont la trajectoire est un cercle et la vitesse constante.
2.2	Vitesse du mobile V = $\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$ = A.ω = 1,0 m/s avec $\dot{x}$ = - A.ω.sin ωt et $\dot{y}$ = A.ω.cos ωt.
2.3	Direction et sens du vecteur accélération $\ddot{x}$ = - A.ω^2.cos ωt ; $\ddot{y}$ = - A.ω^2.sin ωt $\ddot{x}.\vec{i} + \ddot{y}.\vec{j} = \vec{a}$ = - ω^2(A.cos ω.t.$\vec{i}$ + A.sin ω.t.$\vec{j}$) = - $\omega^2.\overrightarrow{OM}$. D'où $\vec{a}$ = - $\omega^2.\overrightarrow{OM}$ le vecteur accélération est opposé au vecteur position. Le vecteur accélération est radial et centripète
3.1	Base formée de deux vecteurs unitaires $\vec{T}$ et $\vec{N}$; - $\vec{T}$ est tangent à la trajectoire en M et orienté dans le sens positif du mouvement ; - $\vec{N}$ normal au vecteur $\vec{T}$ en Met orienté vers l'intérieur de la concavité.
3.2	Produit scalaire $\vec{V}.\vec{a}$ = 0 avec $\dot{x}.\ddot{x} + \dot{y}.\ddot{y}$ = 0 alors $\vec{a}$ est perpendiculaire à $\vec{V}$. Le mouvement du point mobile est circulaire uniforme.
3.3	On a V = A.ω ; a = $\sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2}$ = A.ω^2 alors R = $\frac{V^2}{a} = \frac{A^2.\omega^2}{A.\omega^2}$ = A.

CORRIGE ENONCE CINE 05

1.1	Mouvement circulaire, la trajectoire est parabolique.

1.2	Equations horaires X = 3.t et y = - t^2 + 4.t.
1.3	Equation cartésienne t = $\frac{x}{3}$ et donc y = - $\frac{x^2}{9}$ + $\frac{4}{3}$.x.
2.1	Le vecteur vitesse est la dérivée première du vecteur position par rapport au temps Le vecteur accélération est la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps.
2.2	Le vecteur accélération est $\vec{a}$ = -2.$\vec{j}$.
2.3	Lorsque le vecteur vitesse est horizontal $\dot{y}$ = 0 ce qui donne – 2.T + 4 = 0 et t = 2 s Le vecteur vitesse est horizontal $\vec{V}$ = 3.$\vec{\imath}$, le vecteur $\vec{a}$ est vertical descendant au sommet S (6 ; 4).
3.1	Base formée de deux vecteurs unitaires $\vec{T}$ et $\vec{N}$; - $\vec{T}$ est tangent à la trajectoire en M et orienté dans le sens positif du mouvement ; $\vec{N}$ normal au vecteur $\vec{T}$ en Met orienté vers l'intérieur de la concavité.
3.2	$a_T = \frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt}(\sqrt{9 + (-2.t + 4)^2}) = \frac{-2(-2.t+4)}{\sqrt{9+(-2.t+4)^2}}$ à t = 2 s, $a_T = 0$.
3.3	Rayon de courbure a = a_N = 2 m/s^2 et R = $\frac{V^2}{a} = \frac{9}{2}$; R = 4,5 m.

CHAPITRE 2 : MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE

I. GENERALITES

1.PRINCIPE D'INERTIE : Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé :

-Est animé d'un mouvement rectiligne uniforme si sa vitesse est constante ;

-Demeure au repos si sa vitesse est nulle.

Conséquence : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{O}$.

2. REFERENTIEL GALILEEN : C'est un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié.

II. THEOREME DU CENTRE D'INERTIE

ENONCE : 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.

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

III. THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE

ENONCE : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au solide entre ces deux instants.

$$\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext}).$$

1. CONSERVATION DE L'ENERGIE MECANIQUE

Dans un référentiel galiléen, en l'absence de forces de frottement, l'énergie mécanique d'un système entre deux points A et B se conserve.

$$E_{m(A)} = E_{m(B)} ; \Delta E_{m(AB)} = 0.$$

ENONCE MCI 01

Données : m_A = 3,0 kg ; m_B = 4,0 kg ; m'_B = 2,0 kg ; g = 10 N/kg.

Pour consolider ses acquis après son cours de physique, l'élève Taty éprouve des difficultés dans l'application du théorème du centre d'inertie. Il demande ton aide.

1. Un solide A, de masse m_A, peut glisser le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'angle α = 30°. Il est relié par deux fils fins qui passent par les gorges des deux poulies de masses négligeables au bout desquelles sont attachées deus masses m_B et m'_B.

Le système, abandonné à lui-même lorsque le solide A est en O, prend un mouvement uniformément accéléré.

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Montrer que $T_B = m_B(g - a_G)$ et $T'_B = m'_B(g + a_G)$.

1.3 Déterminer l'accélération a_G du solide A.

2. Il veut évaluer les tensions des fils.

2.1 Donner la condition qui montre que le mouvement de A est accéléré.

2.2 Justifier les relations qui lient les tensions T_B et T_A puis T'_A et T'_B.

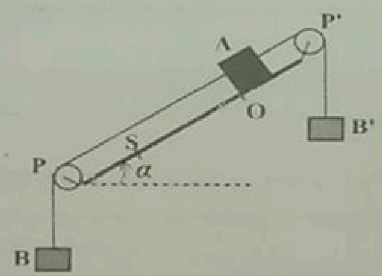
2.3 Calculer les tensions des fils T'_A et T_A.

3. Le solide A s'est déplacé de O vers S tel que : OS = 2,0 m.

3.1 Donner la relation fondamentale de la dynamique.

3.2 Ecrire l'équation horaire du mouvement de A.

3.3 Déterminer le temps mis par le solide A pour aller de O vers S et sa vitesse V_A.



ENONCE MCI 02

Données :m = 50 g ; AB = l = 1,0 m ; α = θ = 30° ; r = 0,50 m ; g = 10 N/kg.

Une piste est composée d'un plan AB de longueur l, incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale et une portion BD circulaire, de centre O et de rayon r.

Les points A, B et D sont situés dans le même plan vertical. On néglige tous les frottements.

Le but de cet énoncé est de montrer que la réaction de la piste sur le solide en D ne dépend que de m, V_B, r et g.

1.On abandonne le solide au sommet A sans vitesse initiale.

1.1 Donner la nature du mouvement.

1.2 Etablir l'expression de la vitesse du solide en B en fonction de g, l et α.

1.3 Ecrire l'équation horaire du mouvement du solide sur la piste AB.

2. Le solide aborde la piste circulaire BD avec la vitesse V_B = 3,2 m/s.

2.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

2.2 Montrer que la vitesse du solide au point M est exprimée ainsi : $V_M = \sqrt{2.g.r.(1-cos\theta) + V_B^2}$.

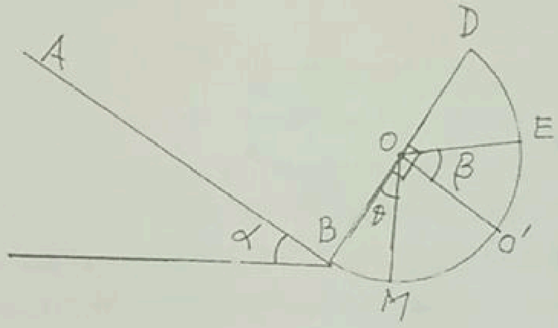
2.3 Déterminer la vitesse du solide au point O'.

3. Le solide poursuit son mouvement avec la vitesse acquise en B jusqu'au point D.

3.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

3.2 Montrer que l'expression de la réaction de la piste au point E est R = $\frac{m.V_B^2}{r}$ - m.g.(2.cosθ + 3.cosβ).

3.3 Démontrer que la réaction de la piste en D est indépendante de θ et de β. Calculer sa valeur.



ENONCE MCI 03

Un mobile de masse m = 200 g, considéré comme ponctuel se déplace le long d'une glissière lisse ABCD située dans un plan vertical. La piste comprend :

-une partie AB rectiligne de longueur l = 2,0 m incliné d'angle ß = 30° par rapport à l'horizontale.

-une piste circulaire BC de rayon r = 50 cm tel que α = 60°.

-une partie circulaire CD de rayon r tel que θ = 45°. On néglige tous les frottements.

Le but de cet énoncé est de vérifier l'application des théorèmes de l'énergie cinétique et du centre d'inertie.

1. On lâche le mobile au point A sans vitesse initiale. (g = 9,8 m/s^2).

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Montre que le mouvement du mobile est accéléré sur la partie AB.

1.3 Déterminer la durée du mouvement du mobile de deux façons différentes.

2. Le mobile aborde la partie circulaire BC ; les points B et C sont équipotentielles.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que $V_B = V_C$.

2.3 Déterminer la norme de la réaction de la piste sur le mobile au point C (prendre $V_C = 5,8$ m/s).

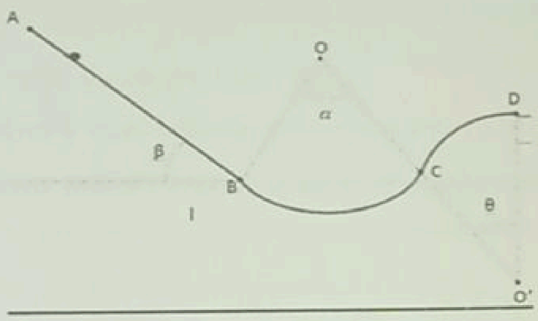
3. Enfin le mobile aborde la partie circulaire CD avec la vitesse V_C. précédente.

3.1 Donner la nature du mouvement du mobile.

3.2 Montrer que l'accélération normale du mouvement du mobile est $a_G = \sqrt{(g.\sin\theta)^2 + (\frac{V_C^2}{r})^2}$.

Calculer sa valeur.

3.3 Déterminer la hauteur h_{max} pour que le mobile atteigne le point D.



ENONCF MCI 04

Données : g = 9,8 m/s^2 , r = 1,0 m ; m = 1,0 kg : r' = 0,80 m ; α = 30°.

Un solide de masse m, assimilable à un point matériel se déplace sur une piste constituée de trois parties : -AB rectiligne inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.

-BC circulaire de centre O et de rayon r.

-CD circulaire de centre O' et de rayon r'. Le but de cet énoncé est de déterminer la réaction de la piste sur le solide aux points M, E et la mesure de l'angle pour lequel le solide quitte la piste.

On néglige les frottements.

1. Lancé au point A avec une vitesse V_A. le solide arrive en B avec une vitesse nulle qui lui permet d'aborder la partie BC repérée par l'angle ß.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Monter que la réaction de la piste au point M s'écrit : R = 3.m.g.cosß.

1.3 Calculer sa valeur au point C.

2. Le solide arrive en C avec une vitesse V_C = 2,0 m/s où il aborde la partie circulaire CD.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que la vitesse du solide au point E est $V_E = \sqrt{V_C^2 + 2.g.r'(1 - \cos\theta)}$.

2.3 Démontrer que la nouvelle réaction de la piste sur le solide au point E est

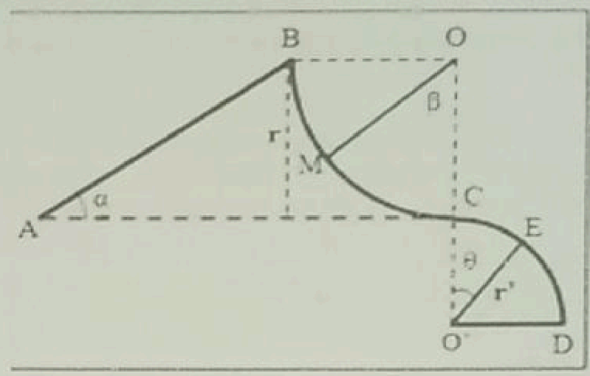
R = m.g.(3.cosθ – 2) – m.$\frac{V_C^2}{r'}$.

3. Le solide quitte la piste au point E.

3.1 Indiquer les forces appliquées au solide S lorsqu'il quitte la piste.

3.2 Etablir l'expression de l'accélération tangentielle du solide S au point E en fonction de θ et g.

3.3 Déterminer la valeur de l'angle θ pour lequel le solide quitte la piste en E.



ENONCE MCI 05

Donnée : g = 9,8 N/kg.

Un solide de masse m, assimilable à un point matériel, peut glisser sans frottements sur une gouttière ayant la forme d'un quart de cercle de centre O et de rayon r.

On pose le solide doucement au sommet A de sorte qu'il le quitte avec une vitesse nulle. Une position P de (S) à un instant t est repérée par l angle θ que fait le rayon OP avec OA.

Un élève de terminale S se propose de caractériser le mouvement du solide (S).

1.1 Inventorier les forces appliquées au solide au point P.

1.2 Etablir l'expression de la composante tangentielle a_t du vecteur accélération en fonction de g et θ.

1.3 Démontrer que l'expression de la vitesse du solide (S) au point P est $V_P = \sqrt{2.g.r.(1 - cos\theta)}$.

2. Le solide reste au contact permanent avec la gouttière jusqu'au point P.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Etablir l'expression de l'accélération normale a_n en fonction de g et θ.

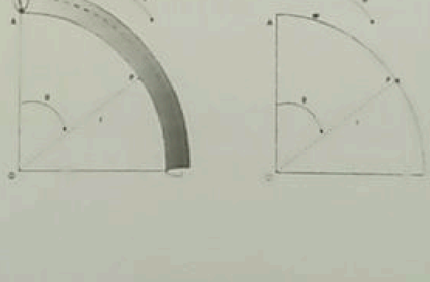
2.3 Déterminer l'expression de la réaction de la gouttière sur le solide (S) en fonction de m, g et θ.

3. On suppose que le solide quitte la gouttière exactement au point P.

3.1 Définir un solide en mouvement de chute libre.

3.2 Donner la condition pour laquelle le solide quitte la gouttière au point P.

3.3 Déterminer la valeur de l'angle θ lorsque le solide (S) quitte la gouttière.



14

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	D'après la deuxième loi de Newton, $\vec{T}_B + \vec{P}_B = m_B.\vec{a}_G$ et $\vec{T}_{B'} + \vec{P}_{B'} = m_{B'}.\vec{a}_G$ Projetons sur les axes orientés dans le sens du mouvement (vers le bas et vers le haut) $T_B = m_B.(g - a_G)$ et $T_{B'} = m_{B'}.(g + a_G)$
1.3	On appliquant le TCI : $\vec{P}_A + \vec{T}_A + \vec{T}_{A'} + \vec{R} = m_A.\vec{a}_G$. Projetons sur un axe orienté dans le sens du mouvement : m_A.g.sinα + T_A - $T_{A'}$ = $m_A.a_G$ or $T_A = T_B$ et $T_{A'} = T_{B'}$ soit $a_G = \frac{m_A.g.sin\alpha + g.(m_B - m_{B'})}{m_A + m_B + m_{B'}}$; AN : a_G = 3,8 m/s^2.
2.1	Le mouvement est accéléré car $a_G > 0$.
2.2	On a $T_A = T_B$ et $T_{A'} = T_{B'}$ les tensions d'un même fil sont égales.
2.3	AN : T_B = 25 N et $T_{B'}$ = 138 N = 1,4.10^2 N. Relations 1.2.
3.1	$\Sigma\vec{T}_{ext} = m.\vec{a}_G$.
3.2	Equation horaire : x = 1,9.t^2.
3.3	OS = 1,9.t^2 soit t = $\sqrt{\frac{OS}{1,9}}$ = 1,0 s et V = 3,8.t pour t = 1,0 s , V = 3,8 m/s.

CORRIGE ENONCE MCI 02

1.1	Mouvement rectiligne uniformément accéléré.
1.2	Système étudié : solide de masse m Référentiel terrestre supposé galiléen Bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$. Appliquons le T. E. C ; $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{f}_{ext})$: $\frac{1}{2}$.m.V_B^2 = m.g.l.sinα avec h = l.sinα $V_B = \sqrt{2.g.l.sin\alpha}$.
1.3	Equation horaire: AB = $\frac{1}{2}.a_G.t^2$ avec $a_G = \frac{V_B^2}{2.l}$ = g.sinα soit AB = x = 2,5.t^2.
2.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide entre ces deux instants.
2.2	Appliquons le T. E. C ; $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{f}_{ext})$: $\frac{1}{2}$.m.(V_M^2 - V_B^2) = m.gh' avec h' = r.(1 − cosθ) Soit $V_M = \sqrt{V_B^2 + 2.g.r.(1 - cos\theta)}$.
2.3	Vitesse au point O': Appliquons le T. E. C : $\frac{1}{2}$.m.($V_{O'}^2$ - V_B^2) = m.gh'' avec h'' = r.(cosθ − cos($\frac{\pi}{2} - \theta$)) Soit $V_O' = \sqrt{V_B^2 - 2.g.r[cos\theta - cos(\frac{\pi}{2} - \theta)]}$ AN: V_O' = 2,9 m/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	Appliquons le T.C.I ; $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$, dans la base de Frenet R + m.g.cos β = $\frac{m}{r}.V_E^2$ avec $V_E^2 = V_B^2$ - 2.g.r. (cos θ + cos) en appliquons le T.E.C Soit R = $\frac{m.V_B^2}{r}$ − m.g (2.cosθ + 3.cosβ).
3.3	Réaction au point D: β = $\frac{\pi}{2}$ rad et θ = π donne R = m.(2.g + $\frac{V_B^2}{r}$). AN: R = 2,0 N.

CORRIGE ENONCE MCI 03

1.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide entre ces deux instants.
1.2	D'après la deuxième loi de Newton, $\vec{P} + \vec{R}$ = m.$\vec{a}_G$ = $\vec{P} + \vec{R}$ projection sur l'axe du mouvement: m.g.sinß = m.a_G alors a_G = g.sinß > 0 le mouvement est accéléré.
1.3	AB = l = $\frac{1}{2}$.a_G.t^2 alors t = $\sqrt{\frac{2.l}{a_G}}$; AN : t = 0,90 s et d'après le T.E.C : $\frac{1}{2}$.m.V_B^2 = m.g.l.sinß $V_B = \sqrt{2.g.l.sinß}$; $V_B = a_G$.t soit t = 0,90 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	D'après la conservation de l'énergie mécanique $E_{m_B} = E_{m_C}$ soit $E_{C_B} + E_{P_B} = E_{C_C} + E_{P_C}$ or $E_{P_B} = E_{P_C}$ alors $V_B = V_C$.
2.3	D'après le T.C.I : $\vec{P} + \vec{R}$ = m.$\vec{a}_G$ projetons sur la normale: R – m.g.cos$\frac{\alpha}{2}$ = m.$\frac{V_C^2}{r}$ soit R = m.(g.cos$\frac{\alpha}{2}$ + $\frac{V_C^2}{r}$). AN: R = 15 N.
3.1	Mouvement circulaire retardé.
3.2	Dans la base de Frenet : $\vec{a}_G = \vec{a}_T + \vec{a}_N$ En projetons la RFD sur la tangentielle m.g.sinθ = m.a_T alors a_T = g.sinθ et $a_n = \frac{V_C^2}{r}$ soit $a_G = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$; $a_G = 68\ m/s^2$.
3.3	D'après le théorème de l'énergie cinétique : -- $\frac{1}{2}$m.V_C^2 = - m.g.h_{max} d'où $h_{max} = \frac{V_C^2}{2.g}$ soit h_{max} = 1,7 m.

CORRIGE ENONECE MCI 04

1.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide entre ces deux instants.
1.2	D'après le T.E.C , $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$; $\frac{1}{2}$.m.V_M^2 = m.g.h = m.g.r.cosß soit $V_M = \sqrt{2.g.r.cos\beta}$ D'après le T.C.I : $\vec{P} + \vec{R}$ = m.$\vec{a}_G$ sur la normale: R – m.g.cosβ = m.$\frac{V_M^2}{r}$ R = 3.m.g.cosβ
1.3	Au point C ; β = 0 alors R = 3.m.g AN : R = 29 N.
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	D'après le T.E.C ; $\frac{1}{2}$.m.($V_E^2 - V_C^2$) = m.g.h = m.g.r'.(1 – cosθ) ; $V_E = \sqrt{V_C^2 + 2.g.r'.(1-cos\theta)}$.
2.3	D'après le T.C.I $\vec{P} + \vec{R}$ = m.$\vec{a}_G$ En projetant sur la normale : m.g.cosθ – R = m.$\frac{V_E^2}{r'}$ Soit R = m.g.(3.cosθ – 2) – m.$\frac{V_C^2}{r'}$.
3.1	La seule force appliquée est le poids du solide.
3.2	En projeant le T.C.I sur la tangentielle a_T = g.sinθ.
3.3	Au point E : R = 0, cosθ = $\frac{1}{3}$.(2 + $\frac{V_C^2}{g.r'}$ d'où θ = 33°.

CORRIGE ENONCE MCI 05

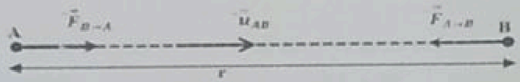
1.1	Au point P, les forces appliquées sont : le poids du solide et la réaction de la gouttière.
1.2	D'après le T.C.I : $\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R}$ = m.$\vec{a}_G$ En projetant sur la tangentielle: m.g.sinθ = m.a_T

	a_T = g.sinθ.
1.3	D'après le T.E.C : $\frac{1}{2}$m.V_P^2 = m.g.h = m.g.r.(1 – cosθ) soit $V_P = \sqrt{2.g.r.(1-cos\theta)}$.
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	Accélération normale $a_n = \frac{V_P^2}{r}$ = 2.g.(1 – cosθ).
2.3	En projeant le T.C.I sur la normale : m.g.cosθ – R = m.a_n soit R = m.g.(3.cosθ – 2).
3.1	Lorsqu'il n'est soumis qu'à la seule action de son poids.
3.2	Le solide quitte la piste au point P, il n'y a aucun contact entre le solide et la gouttière R = 0.
3.3	Valeur de l'angle θ : R = 0 alors m.g.(3.cosθ – 2) = 0 ; cosθ = $\frac{2}{3}$ soit θ = 48°.

CHAPITRE : 3 INTERACTION GRAVITATIONNELLE. MOUVEMENT DES SATELLITES.

I. Loi de gravitation (loi de l'attraction universelle

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -G\frac{m_A.m_B}{r^2}.\vec{u}_{AB}$ avec $G = 6{,}67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$; F en N; m en kg et r en m



II. Champ gravitationnel de la TERRE :

II.1 Champ gravitationnel à l'altitude z

D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$; dans la base de Frenet sur l'axe $\vec{n}$:
$\vec{F} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g} = -G\frac{m.M}{r^2}.\vec{u}_{AB}$

$\vec{g} = \vec{a} = -G\frac{M}{r^2}.\vec{u}_{AB} = -G\frac{M}{(R+Z)^2}.\vec{u}_{AB}$, d'où $\vec{g}$ **(z) =** $-G\frac{M}{(R+Z)^2}.\vec{u}_{AB}$ **avec r = R + Z**

Au sol, Z = 0 et $g_0 = \frac{G.M}{R^2}$; soit : **g(Z) =** $g_0.\frac{R^2}{(R+Z)^2}$

II.2 Energie potentielle Terrestre : $E_P = -G\frac{M_T.m}{R_T+z}$.

III. Mouvement des satellites

III.1 Vitesse d'un satellite en orbite circulaire :

$a_T = \frac{dV}{dt} = 0$ alors V = constante. Le mouvement du satellite est circulaire uniforme.

$a_N = \frac{V^2}{R+Z} = G.\frac{M}{(R+Z)^2}$; $V = \sqrt{\frac{G.M}{R+Z}}$ soit **V = R.**$\sqrt{\frac{g_0}{R+Z}}$.

III.2 Période du satellite :

$T = \frac{2.\pi.r}{V} = \frac{2.\pi.(R+Z)}{V} = 2.\pi.\sqrt{\frac{(R+Z)^3}{R^2.g_0}}$ soit $\mathbf{T = 2.\pi.\sqrt{\frac{(R+Z)^3}{G.M}}}$.

III.3 Vitesse angulaire du satellite :

$\omega = \frac{2.\pi}{T} = \mathbf{R}.\sqrt{\frac{g_0}{(R+Z)^3}}$.

III.4 Troisième loi de KEPLER :

$T^2 = \frac{4.\pi^2.r^3}{G.M}$ alors $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}$ = **constante.** Avec T : période de révolution de la planète ; r = R + Z : rayon de l'orbite ; M : masse de la planète.

IV. Satellite géostationnaire :

À partir de la période : $\mathbf{r = R + Z} = \sqrt[3]{\frac{T^2.R^2.g_0}{4.\pi^2}}$ rayon de l'orbite géostationnaire.

L'altitude du satellite géostationnaire est : $\mathbf{h} = \sqrt[3]{\frac{T^2.R^2.g_0}{4.\pi^2}} - \mathbf{R}$ (h ≈ 36.000 km).

ENONCE I.G.S 0 01

Données : G = $6{,}67.10^{-11}$ S.I ; r = 384000 km ; R = 6400 km ; M = $6{,}0.10^{24}$ kg ; h = 543 km.

La Lune est un objet céleste qui orbite autour de la planète Terre et le seul satellite naturel permanent de la Terre. C'est le cinquième plus grand satellite naturel du système solaire et le plus grand des satellites par rapport à la taille de la planète Terre.

Elle obéit aux lois de Newton et de Kepler.

1.On admet que la Lune décrit une trajectoire circulaire de rayon r, autour de la Terre. La Terre est assimilée à une sphère de masse M et de rayon R.

1.1 Nommer le référentiel dans lequel le mouvement de la Lune est étudié.

1.2 Montrer que le mouvement de la Lune autour de la Terre est uniforme.

1.3 Déterminer la vitesse de la Lune dans son référentiel d'étude.

2. Période de révolution de la Lune.

2.1 Définir la période de révolution d'un satellite.

2.2 Donner l'expression de la période de révolution de la Lune en fonction de r, G et M.

2.3 Calculer la période de révolution de la Lune.

3. Exploitation de la troisième loi de Kepler.

Le télescope spatial Hubble est un satellite artificiel qui gravite autour de la Terre à l'altitude h et ayant pour missions d'observer la Terre.

3.1 Enoncer la troisième loi de Kepler.

3.2 Établir la troisième loi de Kepler relative au mouvement du télescope spatial Hubble.

3.3 Déterminer la période de révolution du télescope spatial Hubble.

ENONCE I.G.S 02

Données : G = 6,67 10^{-11} S.I.

Les cinq plus gros satellites de la planète Uranus ont été découverts grâce aux observations depuis la Terre entre 1787 et 1948. Il s'agit de : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Oberon.

Le tableau ci-dessous donne les coordonnées de chaque satellite autour d'Uranus.

Satellite	Rayon de l'orbite X10^6 m	Période de révolution T en Jour
MIRANDA	129,8	1,4
ARIEL	191,2	2,52
UMBRIEL	266,0	4,14
TITANIA	435,8	8,71
OBERON	582,6	13,50

Tous les satellites sont à répartition de masse à symétrie sphérique. Les mouvements des différents satellites d'Uranus sont étudiés dans le référentiel ≪ *Uranocentrique* ≫ supposé galiléen.

1. Un élève de terminale S se propose de déterminer la vitesse d'un satellite d'Uranus et la masse d'Uranus.

1.1 Par analogie au référentiel géocentrique, définir le référentiel ≪Uranocentrique≫.

1.2 Montrer que le mouvement d'un satellite d'Uranus est uniforme.

1.3 Déterminer la vitesse du satellite TITANIA.

2. Détermination de la masse D'Uranus par la méthode graphique.

La courbe $V^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$ d'évolution de la vitesse du satellite en fonction de l'inverse du rayon de l'orbite du satellite autour d'Uranus est représentée ci-dessous.

2.1 Donner la nature de la trajectoire de la planète Uranus autour du soleil.

2.2 Etablir l'expression de la vitesse V en fonction de G, M et r.

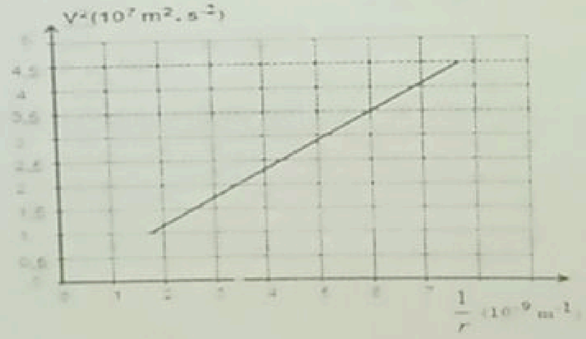
2.3 Déterminer la masse d'Uranus en exploitant le graphe.

3. Utilisation de la troisième loi de Kepler pour déterminer la masse d'Uranus.

3.1 Enoncer la troisième de Kepler.

3.2 Etablir la troisième loi de Kepler.

3.3 Déterminer la masse de la planète Uranus en utilisant les données du tableau. Comparer les résultats des deux méthodes.



ENONCE I.G.S 03

Données : G = 6,67.10^{-11} S.I ; m = 1020 kg ; g_0 = 9,81 N/kg ; R = 6400 km ; h = 400 km.

En mécanique spatiale, l'énergie orbitale spécifique d'un satellite est la somme des énergies cinétique et de l'énergie potentielle.

Passionné d'astronomie, un élève de terminale S a collecté sur le réseau des nouvelles technologies de l'information, des informations concernant les satellites artificiels terrestre. Il utilise alors ses acquis pour les vérifier.

Un satellite supposé ponctuel, de masse m décrit une orbite circulaire en altitude h autour de la Terre. On assimile la Terre à une sphère de rayon R.

1.1Nommer le référentiel d'étude du satellite.

1.2 Etablir l'expression du champ de pesanteur g(h) en fonction de g_0, R et h.

1.3 Déterminer la vitesse et l'énergie cinétique du satellite.

2. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de pesanteur est : $E_P = - G.\frac{M.m}{R+h}$ avec $E_P = 0$ lorsque h tend vers l'infini.

2.1 Définir l'énergie mécanique d'un satellite.

2.2 Justifier le signe négatif et exprimer l'énergie potentielle du satellite en fonction de m, g_0, R et h.

2.3 Déterminer l'énergie mécanique du satellite. La comparer à l'énergie cinétique.

3. On fournit au satellite un supplément d'énergie $\Delta E = + 5{,}0.10^8$ J, le satellite migre alors sur une nouvelle orbite circulaire.

3.1 Définir l'orbite d'un satellite.

3.2 Justifier le saut d'orbite du satellite.

3.3 Déterminer sa nouvelle énergie potentielle et son altitude.

ENONCE I.G.S 04

Données : M = $5{,}98.10^{24}$ kg ; m = 68 kg ; G = $6{,}67.10^{-11}$ S.I ; g_0 = 9,80 N/kg ; R = 6380 km.

Un satellite ou une sonde spatiale, capable d'une accélération permanente, lui serait théoriquement capable d'échapper à l'attraction gravitationnelle d'un astre dès le moment où il peut dépasser la vitesse de satellisation minimale en suivant une trajectoire spirale.

Soit un satellite de masse m tournant autour de la Terre de masse M à distance r du centre de la Terre. On suppose que la trajectoire du satellite est circulaire.

1.1 Définir la vitesse de satellisation.
1.2 Etablir la vitesse de satellisation en fonction de G, M et r.
1.3 Déterminer l'énergie cinétique du satellite pour r = $4{,}24.10^7$ m.

2.Ce satellite parait fixe pour un observateur immobile à la surface de la Terre. L'expression de son énergie potentielle est $E_P = - G.\frac{M.m}{r}$.

2.1 Donner la nature de ce satellite.

2.2 Etablir l'expression de son énergie mécanique en fonction de G, M, m et r.

2.3 Déterminer son altitude et son énergie mécanique.

3. Le satellite reçoit un sursaut d'énergie qui le libère de l'attraction terrestre.

3.1 Définir la vitesse de libération d'un satellite.

3.2 Préciser la nature de sa trajectoire.

3.3 Déterminer la vitesse de libération du satellite.

ENONCE I.G.S 05

Données : R = 6380 km ; m = 435 tonnes ; M = 5, 98.10^{24} kg ; G = $6{,}67.10^{-11}$ S.I ; h = 400 km.

La station spatiale internationale ISS est à ce jour le plus grand des objets artificiels placé en orbite terrestre à une altitude h. Elle est occupée en permanence par un équipage international qui se consacre à la recherche scientifique dans l'environnement spatial.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie 1 : La station spatiale internationale, supposée ponctuelle, notée S, évolue sur une orbite circulaire en altitude h.

1.1 Définir la vitesse de satellisation.

1.2 Représenter sur un schéma, le vecteur force gravitationnelle exercée par la Terre sur la station S.

1.3 Déterminer la vitesse de satellisation de S.

2. La station spatiale S est en mouvement circulaire tout en restant sur son orbite effectue une série de révolutions autour de la Terre.

2.1 Définir le nombre de révolutions d'un satellite.

2.2 Exprimer la distance parcourue par la station en un tour en fonction de R et h.

2.3 Déterminer le nombre de révolutions effectué par la station S en 24 H.

Partie 2 : La station spatiale fut ravitaillée par un lanceur Ariane 5 le 23 Mars 2012. Au moment du décollage du lanceur, la masse de la fusée est égale à $7{,}8.10^2$ tonnes dont 3,5 tonnes de cargaison.

On étudie, dans cette partie, le décollage simplifié de la fusée. À t = 0, le système est immobile. À t = 1 s, la fusée a éjecté une masse de gaz notée m_g, à la vitesse $\vec{V}_g$. Sa masse est alors m_f et sa vitesse $\vec{V}_f$.

Données : g = 9,78 N/kg ; Débit d'éjection des gaz au décollage : D = $2{,}9.10^3$ kg/s ; Vitesse d'éjection des gaz au décollage : V_g = 4,0 km/s. On suppose que le système (fusée + gaz) est isolé.

3.1 Définir la quantité de mouvement d'un solide.

3.2Montrer que $\vec{V}_f = -\frac{m_g}{m_f}.\vec{V}_g$.

3.3 Calculer la vitesse de la fusée.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE : INTERACTION GRAVITATIONNELLE. MOUVEMENT DES SATELLITES.

CORRIGE ENONCE I.G.S 01

1.1	Le référentiel d'étude est géocentrique.
1.2	$\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$; $\vec{F}$ est radial et centripète (porté par la normal) alors $a_T = 0$ d'où V = constante.
1.3	Vitesse de la Lune : D'après 1.2) a = $a_n = \frac{V^2}{r}$ et d'après le T.C.I, $\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u} = m.\vec{a}$ et $\vec{a} = -G.\frac{M}{r^2}.\vec{u}$ par suite $\frac{V^2}{r} =$

	$\frac{G.M}{r^2}$ donc V = $\sqrt{\frac{G.M}{r}}$; AN : V = $1{,}02.10^3$ m/s.
2.1	Temps mis par le satellite pour effectuer une révolution complète autour de d'un astre.
2.2	Période de révolution : $T = 2.\pi.\sqrt{\frac{r^3}{G.M}}$.
2.3	AN : T = 27,4 Jours.
3.1	Pour toutes les planètes du système solaire, le rapport entre le carré de la période de révolution T d'une planète et le cube du demi-grand axe r de la trajectoire elliptique est constant.
3.2	Expression de la 3ème loi de Kepler : D'après 2.2) $T^2 = 4.\pi^2.\frac{r^3}{G.M}$ d'où $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}$.
3.3	Période de révolution de Hubble : $T = 2.\pi.\sqrt{\frac{(R+h)^3}{G.M}}$; AN : T = 1 h 35 mn 45 s.

CORRIGE ENONCE I.G.S 02

1.1	Référentiel ayant pour centre, le centre de la planète Uranus et comprenant trois axes orientés vers trois étoiles lointaines.
1.2	Mouvement uniforme : Système étudié : satellite de masse m Référentiel Uranocentrique supposé galiléen Bilan des forces : $\vec{F}$ (force gravitationnelle) $\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$ Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} = \vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$, alors $\vec{a} = -G.\frac{M}{r^2}.\vec{u}$ Or $\vec{a}$ est radial et centripète par suite $a_T = 0$ d'où V = constante.
1.3	Vitesse et période du satellite TITANIA : $V = \frac{2.\pi.r}{T}$; AN : V = $3{,}64.10^3$ m/s.
2.1	La trajectoire d'une planète autour du soleil est une ellipse dont l'un des foyers est occupé par le soleil.
2.2	Vitesse de la planète Uranus : D'après 1.2) $a = a_n = \frac{V^2}{r} = \frac{G.M}{r^2}$ d'où $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$.
2.3	Masse d'Uranus : exploitation de la courbe $G.M = \frac{\Delta(V^2)}{\Delta(\frac{1}{r})} = 5{,}8.10^{15}$ alors $M = \frac{5{,}8.10^{15}}{G} = 8{,}7.10^{25}$ kg.
3.1	Pour toutes les planètes du système solaire, le rapport entre le carré de la période de révolution T d'une planète et le cube du demi-grand axe r de la trajectoire elliptique est constant.
3.2	$T = \frac{2.\pi.r}{V} = \frac{2.\pi.r}{\sqrt{\frac{G.M}{r}}}$ alors $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}$.
3.3	Masse d'Uranus : exploitation des données du tableau $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M} = 6{,}8.10^{-15}$ d'où $M = \frac{4.\pi^2}{6{,}8.10^{-15} X G}$, M = $8{,}7.10^{25}$ kg. Les deux méthodes se valent.

CORRIGE ENONCE I.G:S 03

1.1	Le référentiel d'étude est géocentrique.
1.2	$\vec{F} = -G.\frac{M.m}{(R+h)^2}.\vec{u} = \vec{P} = m\,\vec{g}$ d'où $\vec{g} = \vec{F} = -G.\frac{M}{(R+h)^2}.\vec{u}$

	Au sol, h = 0 et $g_0 = G.\frac{M}{R^2}$ or g (h) = $G.\frac{M}{(R+h)^2}$ d'où g (h) = $g_0.\frac{R^2}{(R+h)^2}$.
1.3	Vitesse et énergie cinétique : Système étudié : satellite de masse m Référentiel géocentrique supposé galiléen Bilan des forces : $\vec{F}$ (force gravitationnelle) Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} = \vec{F}$ Or $\vec{a}$ ($\vec{F}$) est radial et centripète par suite $a_T = 0$, a = a_n = g = $\frac{V^2}{R+h} = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$, par suite $V = R.\sqrt{\frac{g_0}{R+h}}$; $E_C = \frac{1}{2}.m.V^2 = \frac{1}{2}.\frac{m.g_0.R^2}{(R+h)}$; AN : $E_C = 3{,}01.10^{10}$ J
2.1	C'est la somme des énergies cinétique (que possède le satellite du fait de sa vitesse) et potentielle (que possède le satellite du fait de son rayon de l'orbite).
2.2	Origine du signe – et expression de l'énergie potentielle $\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$; $W = \int \vec{F}.\vec{dr} = -\int G.\frac{M.m}{r^2}.dr = -G.M.m\int\frac{dr}{r^2}$ alors $W = \frac{G.M.m}{r}$, Or $\Delta E_P = -W$ par suite $\boldsymbol{E_P}$ **(r)** = $-\frac{G.M.m}{r}$ Or $G.M = g_0.R^2$ donc $\boldsymbol{E_P} = -\frac{m.g_0.R^2}{(R+h)}$
2.3	Energie mécanique du satellite : $E_m = E_C + E_P$ de 1.3 et 2.2 on obtient : $E_m = -\frac{m.g_0.R^2}{2.(R+h)}$; **AN :** $\boldsymbol{E_m = -3{,}01.10^{10}}$ **J** **soit** $\boldsymbol{E_m = -E_C}$
3.1	L'orbite est la trajectoire suivie par un satellite autour d'un astre en passant toujours par son équateur.
3.2	Le supplément d'énergie augmente la vitesse du satellite et le dévie de sa trajectoire en le faisant passer sur une autre orbite.
3.3	Nouvelle énergie potentielle et hauteur : $E_m = -E_C$ alors $\Delta E_m = -\Delta E_C = -(E_C - E_{C0})$ d'où $E_C = E_{C0} - \Delta E$ Or $E_{C0} = \frac{m.g_0.R^2}{2.R} = \frac{m.g_0.R}{2}$ lorsque h = 0 d'où $\boldsymbol{E_C} = \frac{m.g_0.R}{2} - \Delta E$ or $E_P = -2.E_C$; AN : $E_P = -6{,}30.10^{10}$ J Hauteur h $E_P = -\frac{m.g_0.R^2}{R+h}$ par suite $\boldsymbol{h = -\frac{m.g_0.R^2}{E_P} - R}$ **et h = 1,06.10⁵ m.**

CORRIGE ENONCE I.G.S 04

1.1	Vitesse minimale que doit posséder le satellite pour être en orbite circulaire à distance minimale de l'astre.
1.2	Vitesse de satellisation : Système étudié : satellite de masse m Référentiel géocentrique supposé galiléen Bilan des forces : $\vec{F}$ (force gravitationnelle) $\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$ Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} = \vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$, alors $\vec{a} = -G.\frac{M}{r^2}.\vec{u}$ Or $\vec{a}$ est radial et centripète par suite $a_T = 0$ alors $a = a_n = \frac{V^2}{r} = \frac{G.M}{r^2}$ d'où $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$
1.3	Energie cinétique du satellite : $E_C = \frac{1}{2}.m.V^2 = \frac{G.M.m}{2r}$; **AN :** $\boldsymbol{E_C = 3{,}20.10^8}$ **J.**
2.1	Satellite qui, placé sur une orbite, semble fixe pour un observateur immobile à la surface de la Terre.
2.2	Energie mécanique : $\boldsymbol{E_m = E_C + E_P = -\frac{G.M.m}{2r}}$
2.3	Altitude et énergie mécanique :

	$E_P = -2.E_C = -\frac{G.M.m}{R+h}$ et h = $\frac{G.M.m}{2.E_C} - R$; **AN : h = 3,6.10^7 m** $E_m = -E_C = -3{,}20.10^8$ **J.**
3.1	Vitesse minimale que doit atteindre un satellite pour échapper définitivement à l'attraction gravitationnelle d'un astre.
3.2	Sa trajectoire est une hyperbole.
3.3	Vitesse de libération : Son énergie mécanique devient minimale alors $E_m = 0$ et h = 0 donc $E_C = -E_P$ alors $\frac{1}{2}.m.V_l^2 = \frac{G.M.m}{R}$ d'où $V_l = \sqrt{\frac{2.G.M}{R}}$; **AN : $V_l = 1{,}12.10^4$ m/s.**

CORRIGE EN1.1ONCE I.G.S 05

1.1	Vitesse que doit posséder un satellite pour être placé en orbite circulaire à distance minimale de l'astre.
1.2	Représentation du vecteur force gravitationnelle : 
1.3	Vitesse de satellisation : Système étudié : station S Référentiel géocentrique supposé galiléen Bilan des forces : $\vec{F}$ (force gravitationnelle) $\vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$ Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} = \vec{F} = -G.\frac{M.m}{r^2}.\vec{u}$, alors $\vec{a} = -G.\frac{M}{r^2}.\vec{u}$ Or $\vec{a}$ est radial et centripète par suite $a_T = 0$ alors a = $a_n = \frac{V^2}{r} = \frac{G.M}{r^2}$ d'où V = $\sqrt{\frac{G.M}{R+h}}$; **AN : V = 7,67.10^3 m/s.**
2.1	Nombre de tours effectué par un satellite autour d'un astre.
2.2	Distance parcourue : D = 2.π.(R + h) = 4,26.10^7 m.
2.3	Nombre de révolutions : Pour un tour T = $\frac{D}{V}$ = 5,55.10^3 s alors si 1 tour donne 5,55.10^3 s, combien de tours pour 24 h = 86400 s donc N = 16 tours.
3.1	Le vecteur quantité de mouvement d'un système est égal à la somme des vecteurs quantités de mouvement de chacune des parties constituant le système.
3.2	$\vec{P}_{av} = \vec{P}_{ap}$ ce qui est $\vec{O} = m_f.\vec{V}_f + m_g.\vec{V}_g$, ce qui donne $\vec{V}_f = -\frac{m_g}{m_f}.\vec{V}_g$.
3.3	Projetons sur un axe verticale orienté vers le haut : $V_f = \frac{m_g}{m_f}.V_g$; **AN : V_f = 14,8 m/s.**

CHAPITRE 4 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE SOUMISE À UNE FORCE CONSTANTE

PARTIE I : MOUVEMENT D'UN PROJECTILE DANS LE CHAMP DE PESANTEUR

I. Etude du mouvement

D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g}$ alors $\vec{a}_G = \vec{g}$; on néglige tous les frottements.

I.1 Cas où $\vec{V}_0$ est colinéaire à $\vec{g}$. $y = -\frac{1}{2}.g.t^2 + V_0.t + h$; le mouvement du projectile est rectiligne uniformément.

- **La flèche :** l'altitude maximale atteinte par le projectile

Au sommet, V = 0, $t_{max} = \frac{V_0}{g}$ alors $H_{max} = \frac{V_0^2}{2.g}$.

I.2 Cas où $\vec{V}_0$ est non colinéaire à $\vec{g}$: Projectile lancé à l'origine du repère à t = 0.

Le mouvement est plan : Les coordonnées de $\overline{OM}$ sont : x = (V_0.cos α).t et y = $-\frac{1}{2}$.g.t^2 + (V_0.sinα).t

I.2.1Equation cartésienne de la trajectoire :

t = $\frac{x}{V_0.\cos\alpha}$ dans la deuxième équation, on a $y = -\frac{g}{2.V_0^2.cos^2\,\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha$. La trajectoire est une parabole ou $y = -\frac{g}{2.V_0^2}(1 + \tan\alpha).x^2 + x.\tan\alpha$ avec $\frac{1}{cos^2\,\alpha} = 1 + tan^2\alpha$

I.2.2 Portée du tir : La portée est l'abscisse du point d'impact D d'ordonnée y = 0.

On résout l'équation $-\frac{g}{2.V_0^2.cos^2\,\alpha}.x^2$ = x.tan α = 0 soit $x_P = x_D = \frac{V_0^2.\sin 2\alpha}{g}$; la portée du tir est maximale pour $\alpha = \frac{\pi}{4}$ rad. Les deux angles de tir possibles pour atteindre le même point d'impact sont α_1 **et** $\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \alpha_1$

I.2.3La flèche : c'est la hauteur maximale atteinte par le projectile

Au sommet de la trajectoire, $V_y = 0$ ce qui donne $t_{max} = \frac{V_0.\sin\alpha}{g}$, alors $H_{max} = \frac{V_0^2.sin^2\,\alpha}{2.g}$.

I.2.4 Vitesse au point d'impact (au sol) :

$\vec{V}_D$ ($V_{Dx} = V_0$.cos α et V_{Dy} = - g.t_D + V_0.sin α = - V_0. Sin α car $t_D = \frac{2.V_0.\sin\alpha}{g}$ ($-\frac{1}{2}$g.$t^2 + V_0.\sin\alpha.t = 0$) et $x_D = 2.x_H$ et

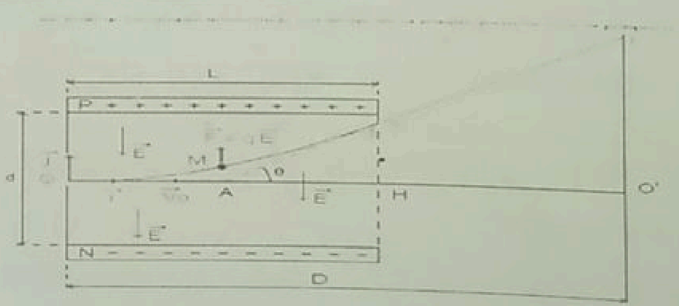
$$V_D = \sqrt{V_{Dx}^2 + V_{Dy}^2} = V_0$$

I.2.5 Angle β que fait $\vec{V}_D$ avec l'horizontale en D.

Tan β = $\frac{V_{Dy}}{V_{Dx}} = \frac{-V_0.\sin\alpha}{V_0.\cos\alpha}$ = - tan α soit β = - α.

PARTIE II : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE

II.1Etude du mouvement : Mouvement de l'électron.



- La force électrostatique $\vec{F}$ = - e.$\vec{E}$ et E = $\frac{U_{PN}}{d}$; d'après le T.C.I, $\vec{a}$ = - $\frac{e}{m}\vec{E}$

II.1Equation cartésienne de la trajectoire :

$\overrightarrow{OM}$ (x = V_0.t et y = $\frac{e.E}{2.m}.t^2$)

$t = \frac{x}{V_0}$; y = $\frac{e.U}{2.m.d.V_0^2}.x^2$; la trajectoire des électrons à l'intérieur du condensateur est un arc de parabole.

II.2 Coordonnées du point de sortie du champ : S (x_S = l ; $y_S = \frac{e.U\,l^2}{2.m.d.V_0^2}$)

II.3 Vitesse de la particule à la sortie du champ : $\vec{V}_S$ ($V_{Sx} = V_0$; $V_{Sy} = \frac{e.E.l}{m.V_0}$ et la norme de la vitesse à la sortie $V_S = \sqrt{V_0^2 + (\frac{q.E.l}{mV_0})^2}$.

II.4 Condition sur la tension : U = U_{PN} pour que la particule sorte du champ sans heurter les plaques :

x_S = l et $y_S < \frac{d}{2}$ on a U < $\frac{m.d^2.V_0^2}{e.l^2}$.

II.5 Déviation électrostatique : tanα = $(\frac{dy}{dx}) = \frac{V_y}{V_x} = \frac{e.E.l}{m.V_0^2} = \frac{Y}{D-\frac{l}{2}}$.

II.6 Déflexion électrostatique : Y = $\frac{e.l}{m.d.V_0^2}$ **U.(D -** $\frac{l}{2}$**)**.

ENONCE M.P.C.P 01

Données : α = 60° ; g = 10 m/s^2 ; V_0 = 10 m/s.

Pour mettre en pratique et consolider son cours sur le mouvement du centre d'inertie, un élève de terminale S court sur un chemin, il s'approche d'une passerelle ; il souhaite lancer sa balle par-dessus la passerelle puis passer dessous et enfin récupérer la balle après la passerelle. L'élève est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vecteur vitesse $\vec{V}_1$.

Le schéma ci-dessous résume la situation.

On étudie le mouvement de l'élève (E) et de la balle (B) dans le repère (O, x, y) ; (E) et (B) sont supposés ponctuels. On néglige tous les frottements.

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Ecrire les équations horaires du mouvement de la balle (B).

1.3 Démontrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du point (B) est : y = -- 0,20.x^2 + 1,7.x.

2. Les courbes ci-dessous montrent les représentations graphiques de l'évolution dans le temps des grandeurs x, y, V_x et V_y, coordonnées des vecteurs position et vitesse du point (B).

2.1 Donner la nature du mouvement du point (B) sur chaque axe.

2.2 Justifier pour chaque courbe, l'expression de la grandeur qui lui correspond.

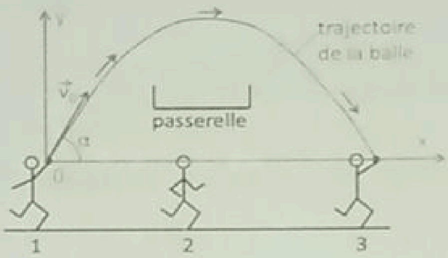
2.3 Déterminer par le calcul, le temps dont dispose l'élève (E) pour récupérer la balle avant que celle-ci ne touche le sol.

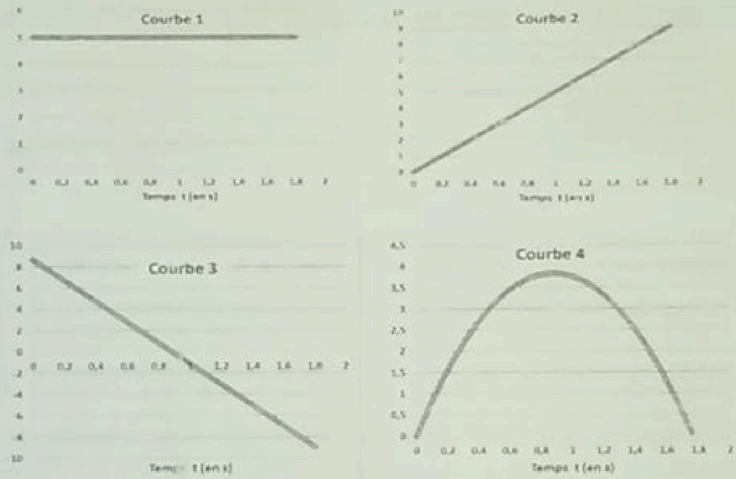
3. Le lancer est réussi si l'élève se trouve à l'endroit de la balle quand elle retombe.

3.1 Définir un solide en mouvement de chute libre.

3.2 Ecrire l'équation horaire de l'élève en fonction de V_1 et t_1.

3.3 Déterminer de deux façons différentes la valeur de la vitesse V_1 de l'élève pour que son lancer soit réussi.





ENONCE M.P.C.P 02

Une piste ABCM est formée de deux parties AB et BM :

- AB est une partie rectiligne de longueur AB = l. Elle fait un angle $\alpha = 30{,}0°$ avec l'horizontale ADE ;
- BM est une portion de cercle de rayon $r = 2{,}50$ m ;
- (CD) est perpendiculaire à (AD). Prendre $g = 10{,}0$ m/s^2 et $\theta = 80{,}0°$.

Le but du jeu est de propulser une bille de masse m = 400 g, avec une vitesse $\vec{V}_A$ pour atteindre le point d'impact E (distance d = DE). Le record du jeu réalisé est de d = DE = 2,85 m.

1.Un élève de terminale C relève le défi et propulse la bille du point A avec une vitesse $V_A = 8{,}00$ m/s. Tous les frottements sont négligeables.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Etablir l'expression de V_B en fonction de V_A, g, r et α.

1.3 Déterminer la vitesse de la bille au point C.

2. La bille passe par le point C avec la vitesse $V_C = 3{,}74$ m/s.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie

2.2 Montrer que la vitesse de la bille au point M est $V_M = \sqrt{V_A^2 - 2.g.r.\sin\theta}$.

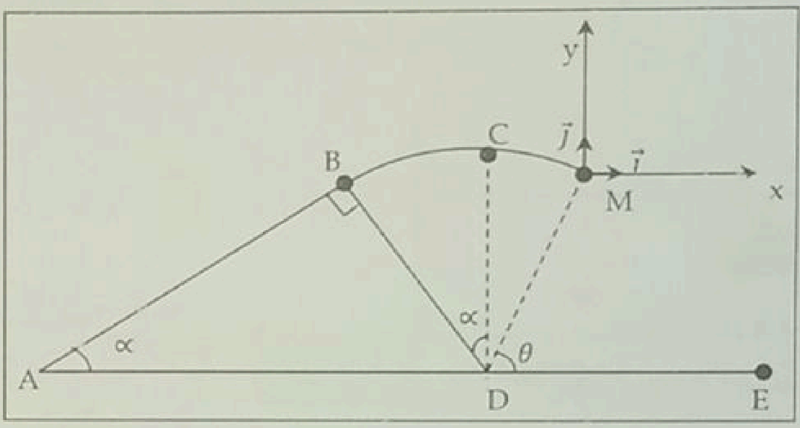
2.3 Déterminer la réaction de la piste $\vec{R}$ sur la bille au point M.

3. La bille quitte la piste en M avec une vitesse $V_M = 3{,}85$ m/s.

3.1 Définir un solide en mouvement de chute libre.

3.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de la bille dans le repère (M, I, J) est :
$Y = -0{,}348.x^2 - 0{,}176.x$.

3.3 Déterminer la distance d = DE, point d'impact de la bille sur ADE depuis le point D. Conclure.



ENONCE M.P.C.P 3

Données : $g = 9{,}8\ m/s^2$ et $\sin 45° = \cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Le but de cet énoncé est de déterminer, en appliquant les lois de Newton, lequel des solides sera épargné.

1. Une pièce d'artillerie lance un projectile qu'on assimile à un point matériel M, avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale (schéma).

1.1 Indiquer le plan dans lequel s'effectue le mouvement du projectile.

1.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du projectile est : $y = -\frac{g}{V_0^2}.x^2 + x$.

1.3 Déterminer la valeur que devrait avoir $\vec{V}_0$ sachant que la flèche du projectile est h = 10 km.

2. On considère que la flèche du projectile est de 10 km au-dessus de l'horizontale.

2.1 Définir la portée d'un tir du projectile.

2.2 Montrer que l'abscisse du sommet S du projectile est $x_S = 20$ km.

2.3 Déterminer la portée du projectile.

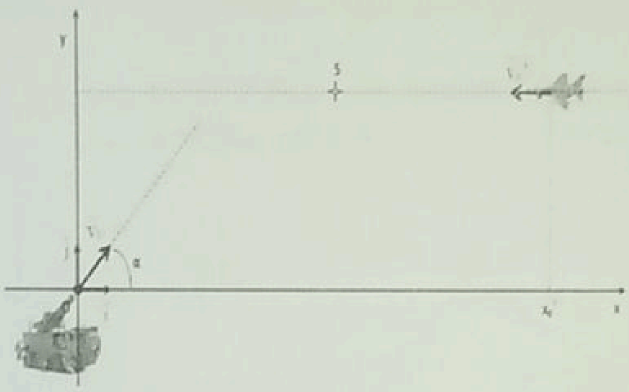
3. Un avion de chasse vole à une vitesse constante $\vec{V}_0' = -V_0'.\vec{i}$ avec $V_0' = 200$ m/s et à une altitude constante h = 10 km au-dessus de l'horizontale. Il se rapproche de la pièce d'artillerie et largue un obus, la ciblant, au même instant que cette dernière a tiré son projectile (t = 0).

On assimile l'obus à un point matériel M'.

3.1 Donner le plan dans lequel s'effectue le mouvement de l'obus.

3.2 Ecrire les équations horaires x'(t) et y' (t). Calculer la valeur x_0' pour que l'obus atteigne sa cible.

3.3 Après avoir largué son obus, l'avion poursuit son mouvement rectiligne uniforme à la même altitude et avec la même vitesse $\vec{V}_0'$; déterminer s'il sera à son tour touché par le projectile ; si oui calculer sa position à l'instant où le projectile l'atteint.



ENONCE M.P.C.P 4

Données : g = 9,8 m/s^2 ; α = 20° ; $C'D'$ = L = 15 cm.

Pour consolider ses acquis sur le mouvement du centre d'inertie, un élève de terminale C, muni de ses patins à roulette veut s'exercer sur une piste modélisée par la figure 1.

Avant de faire un premier essai, l'élève veut étudier les forces qui s'exercent sur lui lors de son passage sur la piste ABC.

On modélise le patineur et ses accessoires par un solide (S) de masse m = 80 kg et de centre d'inertie G. On considère sur la partie AB que les frottements ne sont pas négligeables et on les modélise par une force constante.

1 Etude des forces appliquées sur le patineur entre A et B :

Il part du point A d'abscisse $x_A' = 0$ dans le repère $(0, \vec{i}', \vec{j}')$ sans vitesse initiale à un instant que l'on considère comme origine des dates t = 0. Le patineur glisse sur le plan incliné AB suivant la ligne de plus grande pente avec une accélération constante a et passe par le point B avec une vitesse V_B = 20 m/s. Soit tanφ le coefficient de frottement définit par la normale à la trajectoire et la direction de la force appliquée par le plan incliné sur le patineur. À t= 10 s le patineur passe par le point B.

1.1. Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Montrer que tanφ = tanα$-\frac{a}{g.cos\alpha}$. Calculer l'accélération a du patineur et le coefficient de frottement.

1.3 Démontrer que R = m.gcoα.$\sqrt{1+tan^2\varphi}$. Calculer sa valeur.

2. L'étape du saut :

À l'instant t = 0 que l'on considère comme une nouvelle origine des temps, le patineur quitte la partie BC au point C avec une vitesse V_C dont le vecteur forme l'angle α = 20° avec le plan horizontal. Lors du saut, les équations horaires du mouvement de (S), dans le repère (D, $\vec{i}$, $\vec{j}$) sont x= V_C.cosα.t−15 et y =$-\frac{g}{2}.t^2 + V_C$.sinα.t.

2.1 Définir un référentiel galiléen.

2.2 Déterminer dans le cas où V_C = 16,27 m/s, les coordonnées du sommet de la trajectoire de (S).

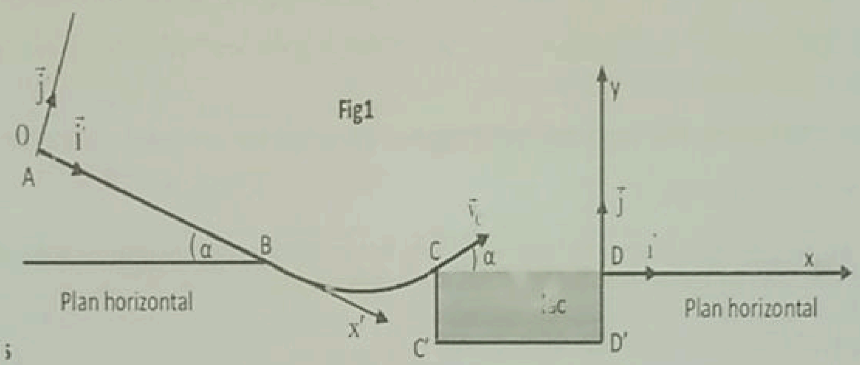
2.3 Déterminer en fonction de g et α la condition que doit vérifier la vitesse V_C pour que le patineur ne tombe pas dans le bac. Trouver la valeur minimale de cette vitesse.

3. On suppose que le patineur ne tombe pas dans le bac mais au-delà du point D.

3.1 Donner la nature du mouvement du solide sur l'axe (0, $\vec{i}$).

3.2 Déterminer la date à laquelle le patineur rentre en contact avec le plan horizontal.

3.3 Déterminer à quelle distance du point D le patineur touche-t-il le plan horizontal.



ENONCE M P.C.P 05

Données : m = 100 g ; r = 1,0 m ; g = 10 m/s^2 ; V_0 = 2,0 m/s ; α = 30°.

Un solide (S) assimilable à un point matériel de masse m peut se déplacer à l'intérieur d'une glissière circulaire de centre O et de rayon r. On lance le solide à partir du point A avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de telle sorte que le mouvement ait lieu dans le plan vertical. Sa position est repérée par l'angle α.

1. On néglige les frottements.

1.1 Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Etablir l'expression de la vitesse $\vec{V}$ du solide au point M en fonction de V_0, g, r et α.

1.3 Déterminer la norme de la réaction $\vec{R}$ de la glissière sur le solide au point M.

2. En réalité, le solide (S) arrive au point B avec une vitesse V_B = 4,4 m/s. La glissière exerce donc sur lui des forces de frottement équivalentes à une force unique opposée à la vitesse et d'intensité constante.

2.1 Définir une force constante.

2.2 Etablir l'expression de la force f en fonction de m, g, r, V_B et V_0.

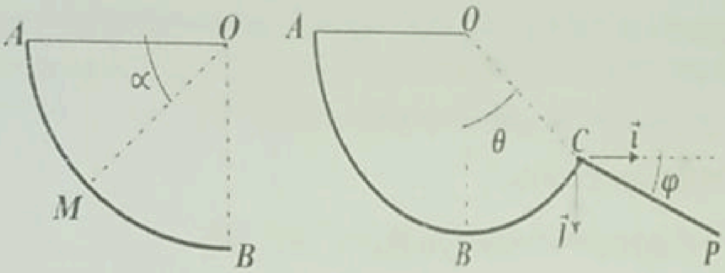
2.3 Calculer la valeur de la force f.

3. Le solide (S) quitte la glissière en un point C repérée par l'angle θ formé par la verticale et le rayon OC. Il retombe au point P sur une piste, faisant un angle φ avec l'horizontale au point C.

3.1 Enoncer la deuxième loi de Newton.

3.2 Etablir dans le repère (C, $\vec{i}$, $\vec{j}$), l'équation cartésienne de la trajectoire du solide (S) au-delà du point C.

3.3 Déterminer l'abscisse x_P du point P pour θ = 45° et φ = 30°.



CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 4 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE SOUMISE À UNE FORCE CONSTANTE

PARTIE I : MOUVEMENT D'UN PROJECTILE DANS LE CHAMP DE PESANTEUR

CORRIGE ENONCE M.P.C.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	-système étudié : balle de masse m -référentiel terrestre supposé galiléen -bilan des forces : $\vec{P}$; appliquons le T.C.I : $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = m.$\vec{g}$, alors $\vec{a}_G = \vec{g}$ $\vec{a}_G$ (a_x = 0 ; a_y = - g) , $\vec{V}$ (V_x = V_0.cos α ; V_y = - g.t + V_0.sin α) et $\overrightarrow{OM}$ (x = (V_0.cos α).t ; y = - $\frac{1}{2}$.t^2 + (V_0.sin α).t soit x = 5.t et y = - 5.t^2 +5.$\sqrt{3}$.t
1.3	On a : t = $^{x}/_{5}$ et y = - 0,20.x^2 + 1,7.x.
2.1	Mouvement rectiligne uniforme sur l'axe des abscisses et rectiligne uniformément retardé sur l'axe des ordonnées.
2.2	Courbe 1 : V_x = constante ; courbe 2 : x = 5.t ; courbe 3 : V_y = - 10.t + 5.$\sqrt{3}$. ; courbe 4 : y = - 5.t + 5.$\sqrt{3}$.t
2.3	Y = 0 alors t_1 = 1,7 s ce qui est conforme à la courbe 4.
3.1	Un solide est en mouvement de chute libre lorsqu'il n'est soumis qu'à la seule action de son poids.
3.2	$X_1 = V_1.t_1$
3.3	À la date t_1, x_1 = 8,5 m le lancer est réussi et v_1 = 5,0 m 2ème méthode : $V_B = V_E = V_0$.cosα = 5,0 m.

CORRIGE ENONCE M.P.C.P 02

1.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées à ce solide entre ces deux instants.

1.2	D'après le T.E.C, $\frac{1}{2}$.m.($V_B^2 - V_A^2$) = - m.g.r.cosα soit $V_B = \sqrt{V_A^2 - 2.g.r.cos\alpha}$.
1.3	Vitesse au point C: α = 0 $V_C = \sqrt{V_A^2 - 2.g.r}$; AN : V_C = 3,74 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	Au point M, h = r.sinθ alors $V_M = \sqrt{V_A^2 - 2.g.r.sin\theta}$.
2.3	Réaction de la piste au point M : -système étudié : bille de masse m -référentiel terrestre supposé galiléen -bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$; appliquons le T.C.I : $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G = \vec{P} + \vec{R}$, projetons sur la normale dans la base de Frenet : m.g.sinθ - R = m.$\frac{V_M^2}{r}$ soit **R = 3.m.g.sin θ - m.$\frac{V_A^2}{r}$.**
3.1	Lorsque le solide n'est soumis qu'à la seule action de son poids.
3.2	Equation cartésienne Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = m.$\vec{g}$, alors $\vec{a}_G = \vec{g}$ $\vec{a}_G$ ($a_x = 0$; a_y = - g) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_M$.sinθ ; V_y = - g.t – V_M.cosθ et $\overline{OM}$ (x = V_M.sinθ.t ; y = - $\frac{1}{2}$.g.t^2 – V_M.cosθ.t par suite y = - 0,348.x^2 – 0,176.x
3.3	Distance DE = d : On pose y = - r.sinθ. L'équation donne : - 0,348.x^2 – 0,176.x + 2,46 = 0 alors x_M = 2,42 m d'où DE = d = x_M + r.cosθ = 2,85 m.

CORRIGE ENONCE M.P.C.P 03

1.1	Il s'effectue dans le plan contenant $\vec{V}_0$: (O, x, y).
1.2	Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = m.$\vec{g}$, alors $\vec{a}_G = \vec{g}$ $\vec{a}_G$ ($a_x = 0$; a_y = - g) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_0$.cosα ; V_y = - g.t + V_0.sinα et $\overrightarrow{OM}$ (x = V_0.cosα.t ; y = - $\frac{1}{2}$.g.t^2 + V_0.sinα.t par suite y = - $\frac{g}{V_0^2}$.x^2 + x.
1.3	Au point S : h = $\frac{V_0^2.sin^2\alpha}{2.g}$ soit $V_0 = \sqrt{\frac{2.g.h}{sin^2\alpha}}$ AN : V_0 = 626 m/s.
2.1	Abscisse du point d'impact du projectile.
2.2	On a : V_y = 0 $t_S = \frac{V_0.sin\alpha}{g}$ AN : t_S = 45 s alors x_S = V_0.cosα.t_S d'où x_S = 19919 m = 20 km.
2.3	Portée du tir : x_P = 2.x_S = 40 km.
3.1	Il s'effectue dans le plan contenant $\vec{V}_0'$: (O, x, y).
3.2	D'après le TCI, $\vec{a}_G' = \vec{g}$ (a_x' = 0 ; a_y' = - g) ; $\vec{V}'$(V_x' = - V_0' ; V_y' = - g.t) et $\overrightarrow{OM}'$(x' = - V_0'.t + x_0' ; y' = - $\frac{1}{2}$.g.t^2 + h). Valeur de x_0' : y' = 0 alors - $\frac{1}{2}$.g.t^2 + h = 0 soit t = $\sqrt{\frac{2.h}{g}}$ = 45 s, cible atteinte à l'origine x' = 0 alors – V_0.t + x_0'v = 0 soit x_0' = 9,0 km.
3.3	L'avion est touché par le projectile s'il y a intersection entre leur trajectoire, y = h = - $\frac{g}{V_0^2}$.x^2 + x admet une solution unique car Δ = 0 x = x_S = 20 km donc t = t_S A cette date l'avion ne se trouve pas à la même position S que le projectile car x' = 0.

CORRIGE ENONCE M.P.C.P 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	-système étudié : Patineur de masse m -référentiel terrestre supposé galiléen -bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$; appliquons le T.C.I : $\Sigma\ \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = $\vec{P}$ + $\vec{R}_N$ + $\vec{f}$, projetons sur (OX) : m.g.sinα – f = m.a_G puis sur (OY) : R_N = m.g.cosα ; soit **tanφ** = $\frac{f}{R_N}$ = **tanα** – $\frac{a_G}{g.cos\alpha}$ On a : $a_G = \frac{V_B}{t}$, AN : a_G = 2,0 m/s^2 d'où tanφ = 0,15.
1.3	D'après la propriété de Pythagore : R = $\sqrt{f^2 + R_N^2}$ avec a_G = g.sinα – g.cosα.tanφ R = m.g.cosα.$\sqrt{1 + tan^2\varphi}$.
2.1	Un référentiel est dit galiléen si le principe d'inertie s'applique dans ce repère.
2.2	Coordonnées du sommet : V_y = 0 alors – g.t + V_C.sinα = 0 donc t = $\frac{V_C.sin\alpha}{g}$ = 0,56 s et x_S = - 6,5 m ; y_C = 1,6 m.
2.3	Il ne tombe pas dans le lac si x_P > 15m alors $\frac{V_C^2.sin2\alpha}{g}$ > 15 soit $V_C > \sqrt{\frac{15.g}{sin2\alpha}}$ d'où $V_C \approx$ 15 m/s.
3.1	Mouvement rectiligne uniforme.
3.2	Point de contact de coordonnées (x_C ; 0) : y = 0 -$\frac{g}{2}$.t² + V_C.sinα.t = 0 alors t = $\frac{2.V_C.sin\alpha}{g}$ = 1,1 s.
3.3	Distance de D : x_C = V_C.cosα.t – 15 ; AN : x_C = 2,4 m.

CORRIGE ENONCE M.P.C.P 05

1.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au solide entre ses deux instants.
1.2	-système étudié : solide (S) -référentiel terrestre supposé galiléen -bilan des forces : $\vec{P}$ *et* $\vec{R}$, appliquons le T.E C : $\frac{1}{2}$.m.(V² - V_0^2) = m.g.h ; h = r.sinα. $V_M = \sqrt{V_0^2 + 2.g.r.sin\alpha}$.
1.3	Appliquons le théorème du centre d'inertie : $\Sigma\vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = $\vec{P}$ + $\vec{R}$ en projetant sur la normale R – m.g.sinα = m.$\frac{V_M^2}{r}$ soit R = 3.m.g.sinα + m.$\frac{V_0^2}{r}$; AN : R = 1,9 N.
2.1	Même intensité même sens et même direction.
2.2	Appliquons le T.E.C : $\frac{1}{2}$m.(V_B^2 - V_0^2) = m.g.r – f.r.$\frac{\pi}{2}$ soit f = $\frac{m.g.r - \frac{1}{2}m.(V_B^2 - V_0^2)}{r.\frac{\pi}{2}}$.
2.3	AN : f = 0,15 N.
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	$\Sigma\ \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = m.$\vec{g}$, alors $\vec{a}_C = \vec{g}$ Appliquons le T.C.I ; $\Sigma\ \vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = m.$\vec{g}$, alors $\vec{a}_G = \vec{g}$ $\vec{a}_G$ (a_x = 0 ; a_y = g) ; $\vec{V}$ (V_x = V_C.cosθ ; V_y = - g.t + V_C.sinθ) et $\overrightarrow{OM}$ (x = V_C.cos θ.t ; y = $\frac{1}{2}$.g.t² – V_C.sinθ.t soit y = $\frac{g}{2.V_C^2.cos^2\theta}.x^2$ – tanθ.x
3.3	Tanφ = $\frac{y_P}{x_P}$ alors y_P =x_P.tanφ = $\frac{g}{2.V_C^2.cos^2\theta}.x^2$ – tanθ.x d'où x_P = $\frac{2.V_C^2.cos^2\theta.(tan\varphi+tan\theta)}{g}$ Avec $V_C = \sqrt{V_0^2 + 2.g.r.cos\theta}$ = 4,3 m/s d'où x_P = 2,9 m.

CHAPITRE 4 PARTIE II : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTROSTATIQUE UNIFORME

ENONCE M.P.E.U 01

Données : 1 u = $1,67.10^{-27}$ kg ; U = 150 V ; m_1 = 6,00 u ; m_2 = 7,00 u ; d = 2,00 cm ; e = $1,60.10^{-19}$ C ; L = 10,0 cm ; D = 50,0 cm ; $V_1 = 5,65.10^5$ m/s ; $V_2 = 5,23.10^5$ m/s.

La séparation isotopique est un procédé permettant de séparer deux isotopes d'un même élément chimique présents dans le même corps.

1.Un élève de terminale S se propose d'étudier les paramètres de séparation des ions ${}^{6}_{3}Li^+$ et ${}^{7}_{3}Li^+$ de même charge q = + e et de masses respectives m_1 et m_2, initialement produits dans une chambre d'ionisation à l'aide d'un champ électrostatique. Les ions ${}^{6}_{3}Li^+$ et ${}^{7}_{3}Li^+$ pénètrent en O avec des vitesses respectives $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$ entre les armatures d'un condensateur plan où règne un champ électrostatique $\vec{E}$ créé par une tension accélératrice U.

1.1 Donner le sens du vecteur champ $\vec{E}$ à l'intérieur du condensateur.

1.2 En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire de l'isotope ${}^{6}_{3}Li^+$ est $y = \frac{e.U}{2.m.d.V_1^2}.x^2$.

1.3 Déterminer la vitesse de chaque ion à la sortie du champ.

2. La tension accélératrice U permet aux deux isotopes de sortir du champ soit en A ou en B.

2.1 Définir la déviation électrostatique.

2.2 Justifier pour chaque isotope son point de sortie (en A ou en B).

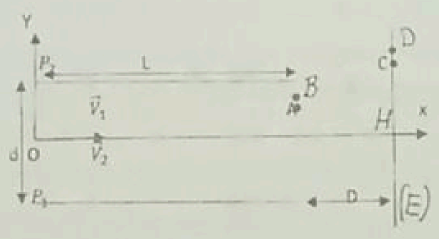
2.3 Déterminer la distance entre les deux points de sortie AB.

3. Les deux isotopes sont collectés en C_1 et C_2 sur un écran placé à la distance D des plaques du condensateur.

3.1 Définir la déflexion électrostatique.

3.2 Etablir respectivement les déflexions HC et HD des deux isotopes en fonction de L, D, e, U, m, m, d et V_0.

3.3 Déterminer la distance CD des deux points d'impact des isotopes sur l'écran.



ENONCE M.P.E.U 02

Données : d = 4,0 cm ; L = 10 cm ; 1 u = $1,67.10^{-27}$ kg ; e = $1,6.10^{-19}$ C; $U_{P_1P_2}$ = U = 2000 V; α = 30°; $V_1 = 3,39.10^4$ m/s; $V_2 = 3,37.10^4$ m/s.

Un accélérateur de particules est utilisé pour séparer les ions isotopes de mercure $^{200}_{80}Hg^{2+}$ et $^{x}_{80}Hg^{2+}$ de masses respectives m_1 et m_2 = x.u.

Les deux isotopes sont injectés en O, entre les armatures d'un condensateur plan, entre lesquels règne un champ électrostatique créé par une tension $U_{P_1P_2}$ = U. Les vecteurs vitesses de chaque isotope font le même angle α par rapport à l'horizontale.

1.On suppose que les deux isotopes atteignent leur sommet de la trajectoire en même temps.

1.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

1.2 Montrer que la trajectoire du movement de l'isotope $^{200}_{80}Hg^{2+}$ est $y = -\frac{e.U}{m.d.V_0^2.\cos^2\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha$.

1.3 Déterminer le nombre de masse x de l'isotope $^{x}_{80}Hg^{2+}$.

2. On suppose que le nombre de masse x du deuxième isotope est x = 201.

2.1 Donner le sens du vecteur champ $\vec{E}$ regnant entre les plaques P_1 et P_2.

2.2 Etablir l'expression de la portée x_1 de l'isotope $^{200}_{80}Hg^{2+}$ en function de m_1, d, U, e, α et V_1.

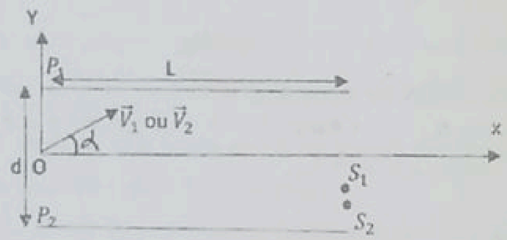
2.3 Déterminer la distance x_1x_2 entre les portées des deux isotopes.

3. Les isotopes sortent du champ soit en S_1 ou en S_2.

3.1 Donner la nature de la trajectoire du movement des deux isotopes.

3.2 Justifier en quel point S_1 ou S_2 chaque isotope réalise sa sortie du champ électrostatique.

3.3 Déterminer la distance verticale S_1S_2 entre les deux isotopes.



ENONCE M.P.E.U 03

Données : m ($^{7}_{3}Li^{+}$) = 1,17.10^{-26} kg ; $m_2(^{x}_{17}Cl^{-})$ = x.u; u = 1,67.10^{-27} kg; U = 2,0.10^{4} V; L = 10 cm ; d = 2,0 cm ; V_1 = 5,2.10^{5} m/s ; V_2 = 2,3.10^{5} m/s ; e = 1,6.10^{-19}C.

Une experience permettant de tester la mobilité des particules utilise un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$. Entre les armatures d'un condensateur plan AB, on injecte un couple de particules ($^{7}_{3}Li^{+}$; $^{x}_{17}Cl$) en O. Le couple de particules pénètrent en O avec les vitesses respectives $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2}$ entre les armatures A et B où règne un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$. L'équation cartésienne de la trajectoire du movement de l'ion $^{7}_{3}Li^{+}$ est $y = \frac{e.U}{2.m.V_1^2}.x^2$. Les ordonnées respectives de sortie du champ des deux particules sont y_{S1} = 5,06.10^{-3} m et y_{S2} = - 5,10.10^{-3} m.

1.1 Donner la direction et le sens du vecteur champ $\vec{E}$.

1.2 Justifier pourquoi la particule $^{7}_{3}Li^{+}$ est dévié vers le haut et la particule $^{x}_{17}Cl^{-}$ vers le bas.

1.3 Déterminer le nombre de masse x de la particule $^{x}_{17}Cl^{-}$.

2.On suppose que le nombre de masse de l'ion Cl^{-} est x = 35,5.

2.1 Définir la durée d'un phénomène.

2.2 Justifier la nature du movement de chaque particule sur l'axe (OX).

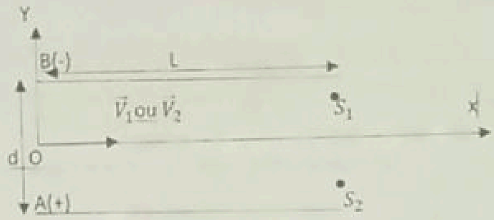
2.3 Déterminer la durée respective du movement de chaque particule à l'intérieur du condensateur. Préciser la particule la plus rapide.

3. À l'intérieur du condensateur, chaque particule décrit un arc de parabole issu de la deviation subie.

3.1 Définir la deviation électrostatique.

3.2 Etablir l'expression de la deviation α subie par l'ion $^{7}_{3}Li^{+}$ en function de e, E, L, m et V_1.

3.3 Calculer la deviation α subie par les deux particules. Comparer.



ENONCE M.P.E.U 04

Données : Masse du proton m = $1{,}67.10^{-27}$Kg ; e = $1{,}60.10^{-19}$C ; V_O = $1{,}00.10^{6}$ m/s ; α = 30°; l = 5,00 cm ; E = 10.000 V/m.

Un proton initialement produit dans une chambre d'ionisation, pénètre à l'instant t = 0 avec une vitesse $\vec{V}_0$ incliné d'un angle α par rapport à l'horizontal dans l'espace compris entre les armatures d'un condensateur plan auxquelles on applique un champ électrostatique $\vec{E}$ crée par une différence de potentiels U_{PN}.

Un élève de terminale S se propose de vérifier l'impact du champ $\vec{E}$ sur le mouvement du proton en déterminant la durée du mouvement, la vitesse de la particule à la sortie du champ et l'angle θ que fait le vecteur vitesse du proton à la sortie avec l'horizontale.

1.Durée du mouvement du proton.

1.1 Donner la direction et le sens des vecteurs forces $\vec{F}$ et champ électrique $\vec{E}$.

1.2 Montrer, en appliquant la deuxième loi de Newton que l'équation cartésienne du mouvement du proton est Y = - $0{,}639.x^2 + 0{,}577.x$.

1.3 Déterminer la durée du mouvement du proton dans le champ $\vec{E}$.

2.Vitesse du proton à la sortie S.

2.1 Indiquer sur quel axe le mouvement du proton est uniforme.

2.2 Etablir les coordonnées du vecteur vitesse au point S.

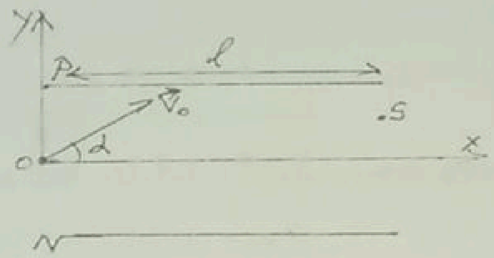
2.3 Déterminer la vitesse du proton au point S.

3. On suppose que la vitesse du proton à la sortie S est $V_S = 9{,}74.10^{5}$ m/s.

3.1 Donner la nature de la trajectoire du mouvement du proton.

3.2 Justifier pourquoi la vitesse du proton à la sortie S est inférieure à sa vitesse à d'entrée au point O dans le champ électrostatique.

3.3 Déterminer l'angle θ que fait le vecteur vitesse $\vec{V}_S$ avec l'horizontale.



ENONCE M.P.E.U 05

Données : U_{AB} = 1000 V ; L = 5,0 cm ; d = NP = 2,0 cm ; U_{PN} = U = 400 V ; e = $1,6.10^{-19}$ C ; m = $1,67.10^{-27}$ kg ; D = 10 cm.

Un proton de charge q, de masse m est accéléré par une différence de potentielle $U_{AB} = V_A - V_B$ entre les plaques A et B verticales. La particule est émise au niveau de la plaque A avec une vitesse négligeable.

1.Un élève de terminale S étudie les paramètres du mouvement du centre d'inertie du proton.

1.1 Donner la relation traduisant le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Justifier le signe de la tension U_{AB}.

1.3 Déterminer la vitesse V_B qu'acquiert le proton en passant par le trou de la plaque B.

2. Le proton pénètre ensuite en O avec une vitesse V_0 = $4,4.10^5$ m/s entre les armatures d'un condensateur plan PN où règne une tension U_{PN} = U où il décrit un arc de parabole. Le proton sort du champ électrostatique au point S. Entre S et R, le champ électrostatique est nul, l'accélération du centre d'inertie du proton est $a_G = 0$, le mouvement du proton est donc rectiligne uniforme d'équation (SP) : y = 0,64.x – 0,02.

2.1 Enoncer le théorème du centre d'inertie.

2.2 Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement du proton est $y = \frac{e.U}{2.m.d.V_0^2}.x^2$.

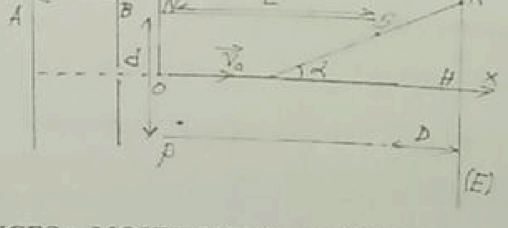
2.3 Déterminer l'ordonnée y_S du point de sortie du champ par le proton en utilisant la droite (SR).

3. Le proton est collecté sur un écran (E) placé à la distance D des plaques P et N.

3.1 Définir la déflexion électrostatique.

3.2 Préciser la direction et le sens des vecteurs champ et force électrostatique $\vec{E}$ et $\vec{F}$ entre les plaques P et N.

3.3 Déterminer la déflexion électrostatique HR.



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

CORRIGE ENONCE M.P.E.U 01

1.1	Le vecteur champ $\vec{E}$ vertical vers le haut.
1.2	-Système étudié : isotope ${}_3^6Li^+$ -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}, \vec{F}$ (P $\ll$ F) Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = e.\vec{E}$ alors $\vec{a}_G = \frac{e}{m_1}.\vec{E}$ $\vec{a}_G$ ($a_x = 0$; $a_y = \frac{e.E}{m}$) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_1$; $V_y = \frac{e.E}{m_1}.t$) ; $\overrightarrow{OM}$ ($x = V_1.t$; $y = \frac{e.E}{2.m_1}.t^2$) On a : $t = \frac{x}{V_1}$ d'où $y = \frac{e.U}{2.m_1.d.V_1^2}.x^2$.
1.3	Vitesse de chaque ion à la sortie di champ : On a : $t_1 = \frac{L}{V_1}$; $V_{S1} = \sqrt{V_1^2 + (\frac{e.U.L}{m_1.d.V_1^2})^2}$ et $V_{S2} = \sqrt{V_2^2 + (\frac{e.U.L}{m_2.d.V_2^2})^2}$. AN : $V_{S1} = 5{,}65.10^5$ m/s et $V_{S2} = 5{,}23.10^5$ m/s.
2.1	Angle de déviation de la trajectoire par rapport à l'horizontale.
2.2	$m_2 > m_1$ alors $V_1 > V_2$ par suite ${}_3^6Li^+$ sort en B et ${}_3^7Li^+$ sort en A.
2.3	Distance AB : À la sortie du champ, x = L soit $y_A = \frac{e.U.L^2}{2.m_1.d.V_1^2}$ et $y_B = \frac{e.U.L^2}{2.m_2.d.V_2^2}$. AB = $y_B - y_A = 6{,}34.10^{-7}$ m.
3.1	Ordonnée du point d'impact de la particule sur l'écran.
3.2	Expressions des déflexions HC et HD : $\tan \alpha_1 = \frac{2.y_A}{L} = \frac{HC}{D+\frac{L}{2}}$ alors HC $= \frac{e.U.L}{m_1.d.V_1^2}.(D + \frac{L}{2})$ et HD $= \frac{e.U.L}{m_2.d.V_2^2}.(D + \frac{L}{2})$.
3.3	Distance CD : CD = HD – HC $= \frac{e.U.L}{d}.(D + \frac{L}{2}).(\frac{1}{m_2.V_2^2} - (\frac{1}{m_1.V_1^2})$; CD $= 6{,}47.10^{-6}$ m.

CORRIGE ENONCE M.P.E.U 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	-Système étudié : isotope ${}_{80}^{200}Hg^{2+}$ -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}, \vec{F}$ (P $\ll$ F) Appliquons le T.C.I ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = 2.e.\vec{E}$ alors $\vec{a}_G = \frac{2.e}{m_1}.\vec{E}$ $\vec{a}_G$ ($a_x = 0$; $a_y = -\frac{2.e.E}{m}$) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_1.\cos\alpha$; $V_y = -\frac{2.e.E}{m_1}.t + V_1.\sin\alpha$) ; $\overrightarrow{OM}$ ($x = (V_1.\cos\alpha).t$; $y =$ $-\frac{e.U}{m_1.d}.t^2 + V_1.\sin\alpha).t)$ $t = \frac{x}{V_1.\cos\alpha}$; $y = -\frac{e.U}{m_1.d.V_1^2.\cos^2\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha$.
1.3	Nombre de masse x de l'isotope ${}_{80}^{200}Hg^{2+}$: $t_1 = t_2$ et $V_y = 0$ alors $\frac{m_1.V_1.\sin\alpha.d}{2.e.U} = \frac{x.u.V_2.\sin\alpha.d}{2.e.U}$ par suite $x = \frac{200.V_1}{V_2}$; AN : x= 201.
2.1	Le vecteur champ $\vec{E}$ est vertical vers le bas.
2.2	Portée de l'isotope ${}_{80}^{200}Hg^{2+}$: Y = 0 et $x_1 = \frac{m_1.d.V_1^2.\sin 2\alpha}{2.e.U}$
2.3	Distance x_1x_2 on a : $x_2 = \frac{m_2.d.V_2^2.\sin 2\alpha}{2.e.U}$ soit $x_1x_2 = 1{,}4.10^{-4}$ m.
3.1	La trajectoire du mouvement des isotopes est parabolique.
3.2	$m_1 < m_2$ alors $V_1 > V_2$, l'isotope ${}_{80}^{200}Hg^{2+}$ sort en S_1 et ${}_{80}^{201}Hg^{2+}$ en S_1.
3.3	Distance S_1S_2 : on a x = L

	$y_{S1} = \frac{-e.U.L^2}{m_1.d.V_1^2.cos^2\alpha} +$ L.tan α et $y_{S1} = \frac{-e.U.L^2}{m_2.d.V_2^2.cos^2\alpha} +$ L.tan α soit $S_1S_2 = y_{S1} - y_{S2}$ = - 2,0 mm.

CORRIGE ENONCE M.P.E.U 03

1.1	Le champ électrostatique $\vec{E}$ vertical vers le haut.
1.2	La charge de l'ion ${}_3^7Li^+$ est q > 0 $\vec{F}$ et $\vec{E}$ même sens donc la particule est déviée vers le haut ; q $(Cl^-) < 0$, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ des sens contraires et donc dévié vers le bas.
1.3	Nombre de masse x : $y_{S1} = \frac{e.U.L^2}{2.m.V_1^2}$ et $y_{S1} = \frac{-e.U.L^2}{2.x.u.V_2^2}$ alors $\frac{y_{S1}}{y_{S2}} = \frac{x.u.V_2^2}{m.V_1^2}$ par suite x = $\frac{y_{S1}.m.V_1^2}{y_{S2}.u.V_2^2}$; AN : x = 35.5.
2.1	Intervalle de temps qui s'écoule entre le début et la fin du phénomène.
2.2	-Système étudié : particules ${}_3^7Li^+$ et Cl^- -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}$ (P ≪ F) Appliquons le T.C.I ; Σ $\vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = q.$\vec{E}$ alors $\vec{a}_G = \frac{q}{m_1}.\vec{E}$; a_x= 0 vitesse constante par suite le mouvement des particules est rectiligne uniforme.
2.3	Durée du mouvement des particules : t = $\frac{L}{V}$ alors t_1 = 1,9.10^{-7} s et t_2 = 4,3.10^{-7} s donc Cl^- est la particule la plus rapide.
3.1	Angle de déviation de la trajectoire par rapport à l'horizontale.
3.2	Déviation α subie par l'ion ${}_3^7Li^+$: Tan $\alpha_1 = \frac{2.y_{S1}}{L} = \frac{e.U.L}{m.d.V_1^2}$.
3.3	Valeurs des déviations α : $\alpha_1 \approx \alpha_2$ = 5,8° Les deux particules subissent la même déviation.

CORRIGE ENONCE M.P.E.U 04

1.1	$\vec{F}$ et $\vec{E}$ direction verticales, sens de P vers N.
1.2	Equation cartésienne : -Système étudié : proton -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}$ (P ≪ F) Appliquons le T.C.I ; Σ $\vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G$ = e.$\vec{E}$ alors $\vec{a}_G = \frac{e}{m}.\vec{E}$. $\vec{a}_G$ (a_x= 0 ; a_y = - $\frac{e.E}{m}$) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_0$ .cosα ; V_y = - $\frac{e.E}{m}$.t + V_0.sinα) ; $\overrightarrow{OM}$ (x = V_0.t.cosα ; y = - $\frac{e.E}{2.m}.t^2 + V_0$.t.sinα) On a : t = $\frac{x}{V_0.cos\alpha}$ d'où y = - $\frac{e.E}{2.m.V_0^2.cos^2\alpha}.x^2$ + x.tanα ; **soit Y = - 0,639.x^2 + 0,577.x**
1.3	Durée du mouvement : On a t = $\frac{l}{V_0.cos\alpha}$ avec x_S = l ; AN : t = 5,77.10^{-8} s.
2.1	Mouvement rectiligne uniforme sur OX
2.2	Coordonnées de $\vec{V_S}$: $\vec{V_S}$ ($V_{Sx} = V_0$ .cosα ; V_{Sy} = - $\frac{e.E}{m}.t_S + V_0$.sinα)
2.3	Vitesse du proton à la sortie S : $V_S = \sqrt{V_{Sx}^2 + V_{Sy}^2}$; AN : V_S = 9,74.10^5 m/s.
3.1	La trajectoire est un arc de parabole
3.2	On a a_y = - $\frac{e.E}{m}$ < 0 ; le mouvement du proton est retardé sur l'axe (oy).
3.3	Valeur de l'angle θ :

	On a : $\tan\theta = \frac{V_{Sy}}{V_{Sx}} = -\frac{e.E.t_S}{m.V_0.\cos\alpha} + \tan\alpha$; AN : $\theta = 27°$.

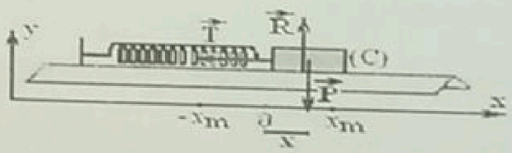
CORRIGE ENONCE M.P.E.U 05

1.1	La relation traduisant le théorème de l'énergie cinétique est $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$.
1.2	Signe de la tension U_{AB} : q > 0, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ même sens donc $V_A - V_B > 0$ d'où $U_{AB} > 0$.
1.3	Vitesse en B : -Système étudié : proton de masse m -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}$ (P ≪ F) Appliquons le T.E.C : $\frac{1}{2}.m.V_B^2 = e.U_{AB}$ alors $V_B = \sqrt{\frac{2.e.U_{AB}}{m}}$; AN : $V_B = 4{,}4.10^5$ 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	Appliquons le T.C.I : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = e.\vec{E}$ alors $\vec{a}_G = \frac{e}{m_1}.\vec{E}$ $\vec{a}_G$ ($a_x = 0$; $a_y = \frac{e.E}{m}$) ; $\vec{V}$ ($V_x = V_0$; $V_y = \frac{e.E}{m}.t$) ; $\overrightarrow{OM}$ ($x = V_0.t$; $y = \frac{e.U}{2.m.d}.t^2$) On a : $t = \frac{x}{V_0}$ d'où $\mathbf{y} = \frac{e.U}{2.m.d.V_0^2}.\boldsymbol{x^2}$.
2.3	Ordonnée du point de sortie : Au point S, x = L ; $y_S = 0{,}64.L - 0{,}02$ alors $y_S = 0{,}012$ m.
3.1	Ordonnée du point d'impact du proton sur l'écran.
3.2	q > 0 $\vec{F}$ et $\vec{E}$ même sens verticaux vers le haut.
3.3	Déflexion électrostatique : Au point P ; x = L + D alors y_P = HP = 0,64.(L D) – 0,02 d'où HP = 7,6 cm.

CHAPITRE : 5 OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES NON AMORTIES

I. Equation différentielle

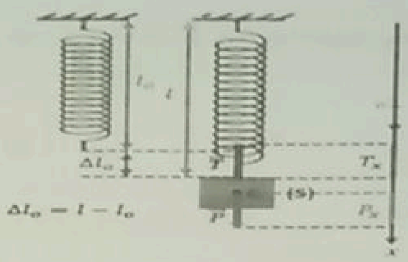
I.1Pendule élastique horizontal :



Appliquons la deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = \vec{P} + \vec{R} + \vec{T}$

Projetons sur l'axe (OX) : - T = m.$\ddot{x}$ alors – k.x = m.$\ddot{x}$ d'où $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$ avec x = Δ l = l - l_0 et $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ou bien $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ soit $\boldsymbol{\ddot{x} + \omega_0^2.x = 0}$.

I.2 Pendule élastique vertical :



-Etude de l'équilibre : Appliquons le principe d'inertie $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$

Sur l'axe vertical orienté vers le bas : m.g – T = 0 alors **m.g – k.x_0** ($x_0 = \Delta l$).

-En mouvement : On tire le solide vers le bas d'une distance x et on lâche

Appliquons la deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{T} = m.\vec{a}_G$

$m.g - k.(x + x_0) = m.\ddot{x}$ alors $m.g - k.x_0 - k.x = m.\ddot{x}$ or $m.g - k.x_0 = 0$ d'où $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$.

• Equation horaire ou solution de l'équation différentielle :

La solution de l'équation différentielle est x (t) = x_m.cos (ω_0.t + φ) ou x (t) = x_m.sin (ω_0.t + φ) avec $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0}$

I.2.1 Détermination de x_m, T_0 et φ :

X (t) = x_m.cos (ω_0.t + φ) et V = $\dot{x}$ = - x_m.ω_0.sin (ω_0.t + φ)

À t = 0, $x_0 = x_m$.cos (φ) et $V_0 = - x_m.\omega_0$sin (φ), ce qui donne tan φ = $-\frac{V_0}{x_0.\omega_0}$ alors $x_m = \frac{x_0}{\cos\varphi}$.

NB : $x^2 = x_m^2.\cos$ (ω_0.t + φ) et $V^2 = x_m^2.\omega_0^2.\sin^2$ (ω_0.t + φ), ce qui donne $x_m^2 = x^2 + \frac{V^2}{\omega_0^2}$

La période propre est : $T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{m}{k}}$.

II.2.2 Etude énergétique : l'énergie totale de l'oscillateur est l'énergie mécanique. C'est la somme des énergies cinétique et potentielle : $E_m = E_C + E_P$.

-Pour un pendule élastique horizontal : $E_m = \frac{1}{2}.m.V^2 + \frac{1}{2}.k.x^2$

-Pour un pendule élastique vertical : $E_m = \frac{1}{2}.m.V^2 + \frac{1}{2}.k.(x + x_0)^2 - m.g.x$.

II.3 Conservation de l'énergie mécanique : En l'absence de frottements, l'énergie mécanique d'un système se conserve si les forces appliquées au système sont conservatives.

$E_m = \frac{1}{2}.m.V_m^2 = \frac{1}{2}.k.x_m^2$. L'énergie cinétique se transforme en énergie potentielle et réciproquement.

ENONCE OSC.MECA 01

Données : m = 200 g ; k = 2,5 N/m ; E_0 = 2,0 mJ.

- Un ressort que l'on déforme absorbe une certaine quantité d'énergie et la conserve sous forme d'énergie potentielle. En général, il en résulte la plus grande partie en reprenant sa forme initiale.

1.Un système oscillant est constitué d'un solide (C) de masse m, fixé à l'extrémité d'un ressort horizontal de constante de raideur k, de masse négligeable (figure). À l'instant t = 0, on déplace le solide d'une distance a = + 2,0 cm et le système se met à osciller autour de sa position d'équilibre. On néglige les frottements.

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

1.2 Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide (C) à partir de l'énergie mécanique.

1.3 Déterminer la période propre de l'oscillateur.

2.En réalité, le déplacement subi par le solide est dû à l'énergie mécanique initiale E_0 communiquée au solide à l'instant t = 0 à l'aide d'un dispositif approprié. Cette énergie a donc communiqué au solide une vitesse initiale $\vec{V}_0$ dans le sens de l'axe (OX).

2.1 Donner le principe de la conservation de l'énergie mécanique.

2.2 Préciser la position pour laquelle la vitesse du solide est maximale.

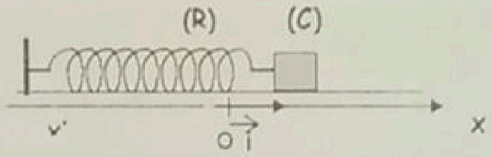
2.3 Trouver la vitesse initiale communiquée au solide à l'instant t = 0.

3. L'oscillateur étant harmonique, il y a transformation mutuelle de l'énergie cinétique en énergie potentielle élastique. La solution de l'équation différentielle est x (t) = x_m.cos (ω_0.t + φ).

3.1 Définir un oscillateur harmonique.

3.2 Montrer que $x_m^2 = x^2 + \frac{V^2}{\omega_0^2}$.

3.3 Déterminer la loi horaire du mouvement de l'oscillateur.



ENONCE OSC.MECA 02

Données : m = 100 g ; k = 40 N/m.

Un pendule élastique est constitué d'un chariot (S) pouvant se déplacer sans frottements sur un rail attaché à un ressort à spires non jointives de constante de raideur k. On écarte le chariot d'une distance x_0 = 2,0 cm et on l'abandonne sans vitesse initial, à l'instant t = 0.

1.Un élève de terminale S étudie les paramètres du mouvement de l'oscillateur.

1.1 Donner la nature du mouvement.

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

1.3 Déterminer l'équation horaire du mouvement de l'oscillateur sachant que la solution de l'équation différentielle est x (t) = x_m.cos (ω_0.t + φ),

2. Au cours du mouvement de l'oscillateur, l'énergie mécanique du système chariot + ressort se conserve. Le graphe ci-dessous représente respectivement les courbes d'évolution de l'énergie potentielle et l'énergie mécanique en fonction de l'élongation x.

2.1 Définir l'énergie mécanique d'un système.

2.2 Identifier chacune des deux courbes.

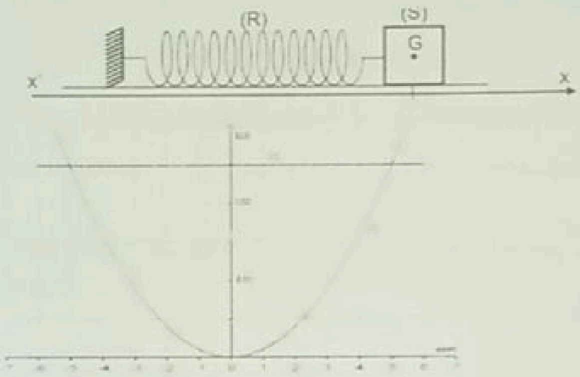
2.3 Retrouver la constante de raideur k du ressort.

3. Au cours du mouvement de l'oscillateur, il y a transformation mutuelle de l'énergie cinétique en énergie potentielle élastique.

3.1 Définir l'énergie cinétique d'un solide.

3.2 Donner un titre au graphe ci-dessous.

3.3 Déterminer l'énergie cinétique du chariot lorsqu'il passe par le point d'abscisse x = 4,5 cm.



ENONCE OSC.MECA 03

Le pendule étudié est constitué d'un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m = 100 g, attaché à l'extrémité d'un ressort à spire non jointives, de masse négligeable et de raideur k ; l'autre extrémité du ressort est fixée à un support fixe.

Le solide (S) peut glisser sans frottement sur la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport au plan horizontal.

1. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide dans le repère R(o, $\vec{i}$, $\vec{j}$). À l'équilibre, G est confondu avec l'origine O du repère. On néglige les frottements. (g = 10 N/kg).

1.1 Enoncer le principe d'inertie.

1.2 Représenter les forces appliquées au système en équilibre.

1.3 Déterminer l'expression de l'allongement x_0 du ressort en fonction de k, m, α et g.

2. On écarte le solide (S) da sa position d'équilibre d'une distance x dans le sens positif et on le lance à l'instant t = 0 avec une vitesse initiale $\vec{V_0}$ = - 0,63.$\vec{i}$. L'origine de l'énergie potentielle de référence est le plan horizontal auquel appartient G à l'équilibre (E_{PP} = 0).

La courbe 2 représente l'évolution de l'énergie potentielle totale de l'oscillateur en fonction du temps.

2.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de m, v, k, x, x_0, g et α.

2.2 Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur par une étude énergétique en supposant que l'énergie mécanique se conserve.

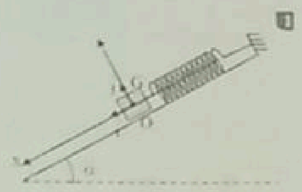
2.3 Sachant que x(t) = x_m.cos (ω_0.t + φ) est solution de l'équation différentielle, démontrer que $k = \frac{(m.g.sin\alpha)^2}{2.E_{P(0)}}$ = 100 N/m, $x_m = \sqrt{x_0^2 + (\frac{V_0}{\omega_0})^2}$ = 0,020 m et φ = 0,42.π rad.

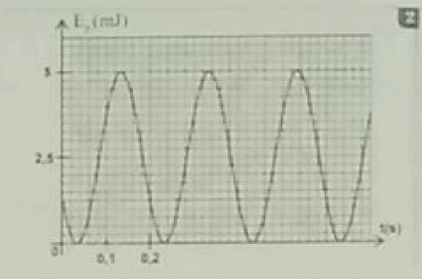
3. On admet que l'énergie mécanique du système se conserve au cours des oscillations

3.1 Définir l'énergie mécanique d'un système.

3.2 Montrer que cette énergie est $E_m = \frac{1}{2}.k.(x_m^2 + x_0^2)$.

3.3 Calculer la valeur de cette énergie mécanique.





ENONCE OSCMECA 04

Un oscillateur mécanique vertical est constitué d'un solide s de masse m = 200 g et d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k. L'une de des extrémités du ressort est fixée à un support fixe et l'autre extrémité est liée au solide s (figure 2).

On repère la position du centre d'inertie G à un instant t par la côte z sur l'axe $(O, \vec{k})$. On néglige les frottements. On écarte verticalement le solide s de sa position d'équilibre et on le lance à l'instant t = 0 avec une vitesse initiale $\vec{V}_0 = V_{0z}.\vec{k}$.

Le but de cet énoncé est de déterminer la vitesse initiale $\vec{V}_0$ d'impulsion, origine des oscillations du système. La courbe de la figure 3 représente l'évolution de la côte z(t) du centre d'inertie G.

1.1 Enoncer le principe d'inertie.

1.2 Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur vérifiée par z.

1.3 Déterminer l'équation horaire de z(t) sachant que la solution de l'équation différentielle est $z(t) = z_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$.

2. Constante de raideur du ressort.

2.1 Définir la constante de raideur d'un ressort.

2.2 Donner l'expression de la constante de raideur en fonction de m et ω_0.

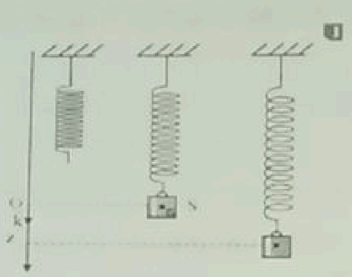
2.3 Calculer la valeur de la constante de raideur k.

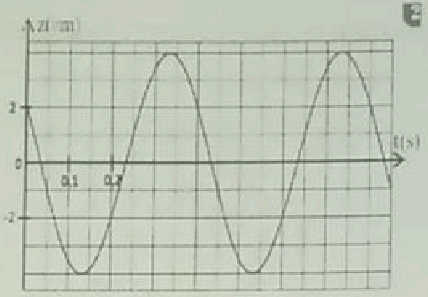
3. Détermination de la vitesse initiale $\vec{V}_0$.

3.1 Définir la vitesse maximale d'un oscillateur.

3.2 Vérifier par calcule qu'à t = 0, $z_0 = 2{,}0.10^{-2}$ m à partir de l'équation horaire de z(t).

3.3 Déterminer la vitesse initiale d'impulsion $\vec{V}_0$, origine du mouvement oscillatoire du système.





ENONCE OSCMECA 05

Au cours des travaux pratiques, un groupe d'élèves dispose d'un solide (C) de masse m = 0,10 kg supposé ponctuel pouvant coulisser sans frottements sur une tige horizontale. Le solide est au repos tel que son centre d'inertie coïncide avec la position O, origine du repère (O, $\vec{i}$). Le solide est solidaire de l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k, enfilé sur la tige (T), l'autre extrémité du ressort est fixe (figure 1).

1. On écarte le solide de sa position d'équilibre jusqu'au point d'abscisse $x_0 = +2{,}0$ cm et on le lance avec une vitesse $\vec{V}_0$ de même direction et sens contraire que $\vec{i}$. Le groupe sollicite ton aide pour déterminer les grandeurs qui caractérise cet oscillateur.

1.1 Définir un système conservatif.

1.2 Etablir l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de m, k, x_0 et V_0.

1.3 En exploitant le caractère conservatif du système, démontrer que le solide (C) oscille entre deux positions extrêmes symétriques par rapport à O dont on déterminera les abscisses x_1 et x_2 en fonction de m, k, x_0 et V_0.

2. La courbe de la figure 2 représente la variation de l'énergie cinétique de l'oscillateur en fonction du carré de l'élongation x_2.

2.1 Définir l'énergie cinétique d'un oscillateur mécanique.

2.2 Etablir l'expression de l'énergie cinétique de l'oscillateur en fonction de m, k, x, x_0 et V_0.

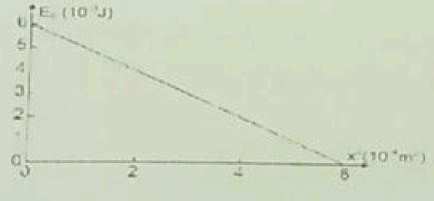
2.3 Déterminer la constante de raideur k et la valeur de la vitesse initiale V_0 du solide (C).

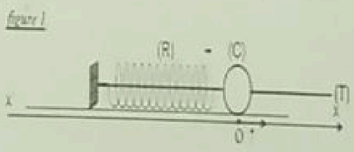
3. Grandeurs maximales de l'oscillateur.

3.1 Définir la vitesse maximale d'un oscillateur.

3.2 Calculer les abscisses des positions extrêmes x_1 et x_2.

3.3 Déterminer la vitesse maximale du solide (C) lors de l'élongation x_2.





CORRIGES DES ENONCES DU CHAPITRE 5 : OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES NON AMORTIES.

CORRIGE ENONCE OSC.MECA 1

1.1	$E_m = \frac{1}{2}.m.\dot{x}^2 + \frac{1}{2}.k.x^2$.
1.2	Equation différentielle : $\frac{dE_m}{dt} = 0$ alors $\frac{d}{dt}(\frac{1}{2}.m.\dot{x}^2 + \frac{1}{2}.k.x^2) = 0$; m.$\ddot{x}.\dot{x}$ + k.$\dot{x}$.x = 0 alors $\dot{x}$.(m.$\ddot{x}$ + k.x = 0 d'où $\ddot{x}$ $+ \frac{k}{m}$**.x = 0.**
1.3	Période des oscillations : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m}{k}}$; AN : T_0 = 1,8 s.
2.1	En l'absence des frottements, l'énergie mécanique d'un système se conserve si les forces appliquées au système sont conservatives.
2.2	La vitesse du solide est maximale dans sa position d'équilibre.
2.3	Vitesse initiale : Energie potentielle élastique : $E_{Pe} = \frac{1}{2}.k.x^2 = 5{,}0.10^{-4}$ J or $E_C = E_m - E_{Pe} = 1{,}5.10^{-3}$ J $E_C = \frac{1}{2}.m.V_0^2$ d'où $V_0 = \sqrt{\frac{2.E_C}{m}} = 0{,}12$ m/s.
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	Démonstration : X = x_m.cos (ω_0.t + φ) et V = - $x_m.\omega_0$.sin (ω_0.t + φ) alors $x^2 = x_m^2.cos^2$ (ω_0.t + φ) et V^2 $= x_m^2.\omega_0^2.sin^2$ (ω_0.t + φ) Alors $\cos^2$ (ω_0.t + φ) + $\sin^2$ (ω_0.t + φ) = 1 = $\frac{x^2}{x_m^2} + \frac{V^2}{x_m^2.\omega_0^2}$ d'où $\boldsymbol{x_m^2 = x^2 + \frac{V^2}{\omega_0^2}}$.
3.3	Loi horaire : A t = 0, x = 0 alors cos φ = 0 et φ = - $\frac{\pi}{2}$ rad ; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ = 3,5 rad/s d'où X (t) = 0,020.cos (3,5.t - $\frac{\pi}{2}$).

CORRIGE ENONCE OSC.MECA 02

1.1	Mouvement rectiligne sinusoïdal.
1.2	Equation différentielle : -Système étudié : chariot + ressort -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids du corps) ; $\vec{T}$ (tension du ressort) ; $\vec{R}$ (réaction du support). Appliquons le T.C.I ; Σ $\vec{F}_{ext}$ = m.$\vec{a}_G = \vec{P} + \vec{T} + \vec{R}$ Projection sur l'axe du mouvement : - T = m.$\ddot{x}$ alors $\ddot{x} + \frac{k}{m}$.x = 0.
1.3	Equation horaire : X = x_m.cos (ω_0.t + φ) et V = - $x_m.\omega_0$.sin (ω_0.t + φ) À t = 0, V_0 = 0 alors sin φ = 0 et **φ = 0 ; $x_m = x_0$ = 2,0 cm puis ω_0 = 20 rad/s** **X (t) = 0,020. cos (20.t).**
2.1	C'est la somme des énergies cinétique et potentielle élastique.
2.2	Courbe C_1 : énergie mécanique et courbe C_2 : énergie potentielle élastique.
2.3	Constante de raideur : Pour x = 5 cm ; E = 0,025 J alors k = $\frac{2.E_{Pe}}{x^2}$; AN : k = 20 N/m, car $E_m = E_{Pe} = \frac{1}{2}.k.x_m^2$.
3.1	C'est l'énergie que possède un solide du fait de sa vitesse.
3.2	Diagramme d'énergies.

3.3	Energie cinétique du chariot : $E_C = E_m - E_{Pe}$ or $E_{Pe} = \frac{1}{2}.k.x^2 = 0{,}020$ J donc $E_C = 0{,}025 - 0{,}020 = 5{,}0$ mJ.

CORRIGE ENONCE OSC.MECA 03

1.1	Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est animé d'un mouvement rectiligne uniforme si sa vitesse est constante et demeure au repos si sa vitesse est nulle.
1.2	Forces appliquées : $\vec{R}$: réaction du support perpendiculaire au plan ; $\vec{P}$: poids du solide et $\vec{T}$: tension du ressort.
1.3	Expression de x_0 : -Système étudié : solide + ressort -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$; $\vec{R}$; $\vec{T}$. Appliquons le principe d'inertie ; $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{O}$ En projetons sur l'axe du mouvement : m.g.sinα – k.x_0 = 0
2.1	$E_m = \frac{1}{2}.m.V^2 + \frac{1}{2}.k.(x + x_0)^2 - m.g.x.\sin\alpha$.
2.2	$\frac{dE_m}{dt} = 0$ alors $m.\ddot{x}.\dot{x} + k.\dot{x}.(x + x_0) - m.g.x.\sin\alpha = 0$ d'où $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$.
2.3	$E_{P0} = \frac{1}{2}.k.x_0^2$ or $x_0 = \frac{m.g.sin\alpha}{k}$ alors $k = \frac{(m.g.sin\alpha)^2}{2.E_{P0}}$; AN : k = 100 N/m ; $X(t) = x_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$; $\dot{x}(t) = - x_m.\sin(\omega_0.t + \varphi)$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 32$ rad/s A t = 0, $x_0 = x_m.\cos\varphi$ et $\dot{x}_0 = - x_m.\omega_0.\sin\varphi$ alors $\tan\varphi = \frac{-\dot{x}_0}{x_0.\omega_0}$, φ = 0,42 rad avec $x_0 = 5{,}0.10^{-3} m$; $\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = \frac{\dot{x}_0^2}{x_m^2.\omega_0^2} + \frac{x_0^2}{x_m^2}$ soit $x_m = \sqrt{x_0^2 + \frac{\dot{x}_0^2}{\omega_0^2}} = 0{,}020$ m.
3.1	Somme des énergies cinétique et potentielle.
3.2	$E_m = \frac{1}{2}.k.x_m^2 + \frac{1}{2}.k.x_0^2 = \frac{1}{2}.k.(x_m^2 + x_0^2)$.
3.3	AN : $E_m = 0{,}021$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.MECA 04

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 et demeure au repos si sa vitesse est nulle.
1.2	Equation différentielle : Système étudié : solide + ressort -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids du corps) ; $\vec{T}$ (tension du ressort). Appliquons le principe d'inertie ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} = \vec{P} + \vec{T}$; Projetons sur l'axe (OZ) : m.g - kz_0 = 0 D'après le T.C.I : $\Sigma\vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$; $m.g - k.(z + z_0) = m.\ddot{z}$ alors $\ddot{z} + \frac{k}{m}.z = 0$.
1.3	$Z(t) = z_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$; à t = 0, z(0) = 2,0 cm et z_m = 4,0 cm ; $z_0 = z_m.\cos\varphi$ alors $\varphi = \frac{\pi}{3}$ rad ; $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0} = \frac{2.\pi}{0{,}4} = 5.\pi$ rad/ d'où $z(t) = 4{,}0.10^{-2}.\mathrm{Cos}(5.\pi.t + \frac{\pi}{3})$.
2.1	Force fournie par le ressort en fonction de la compression ou de la traction.
2.2	$K = m.\omega_0^2$.
2.3	AN : k = 0,2x5.π ; k = 49 N/m.
3.1	Vitesse qu'acquiert le système quand il passe par la position d'équilibre.
3.2	On a $z(0) = 4.10^{-2}.\cos\frac{\pi}{3}$ alors $z(0) = 2{,}0.10^{-2}$ m à t = 0.

3.3	Vitesse initiale : $\dot{z}(t) = -5.\pi x4{,}0.10^{-2}.\sin(5.\pi.t + \frac{\pi}{3})$; à t = 0, $\dot{z}_0 = -5.\pi x4{,}0.10^{-2}.\sin\frac{\pi}{3} = -0{,}54$ m/s.

CORRIGE ENONCE OSC.MECA 05

1.1	C'est un système dont l'énergie mécanique se conserve.
1.2	$E_m = \frac{1}{2}.m.V_0^2 + \frac{1}{2}.k.x_0^2$.
1.3	D'après la conservation de l'énergie mécanique : $E_{m_0} = E_{m_f}$ alors $\frac{1}{2}.m.V_0^2 + \frac{1}{2}.k.x_0^2 = \frac{1}{2}.x^2$ soit $x = \pm\sqrt{x_0^2 + \frac{m}{k}.V_0^2}$.
2.1	C'est l'énergie que possède l'oscillateur lorsqu'il passe par sa position d'équilibre.
2.2	$V = -x_m.\omega_0.\sin(\omega_0.t + \varphi)$; $V^2 = x_m^2.\omega_0^2.\sin^2(\omega_0.t + \varphi) = \omega_0^2.(x_m^2 - x_m^2.\cos^2(\omega_0.t + \varphi))$ soit $V^2 = \omega_0^2.(x_2^2 - x^2) = \omega_0^2.(x_0^2 + \frac{m}{k}.V_0^2 - x^2)$ alors $E_C = \frac{1}{2}.m.V^2 = \frac{1}{2}.k.(x_0^2 - x^2) + \frac{1}{2}.m.V_0^2$.
2.3	Pour $x^2 = 0$, $E_C = 6.10^{-3}$ J alors $4.10^{-4}.k + 0{,}1.V_0^2 = 3.10^{-3}$ et pour $x^2 = 6.10^{-4}m^2$, $E_C = 0$ On a $-2.10^{-4}.k + 0{,}1.V_0^2 = 0$ d'où k = 5,0 N/m et $V_0 = 0{,}10$ m/s.
3.1	Vitesse qu'acquiert l'oscillateur lors de son passage par la position d'équilibre.
3.2	On a x= $\pm$ 0,024 m.
3.3	Vitesse maximale : $V_m = x_2.\omega_0 = x_2.\sqrt{\frac{k}{m}} = 0{,}17$ m/s.

CHAPITRE 6 : CHAMP MAGNETIQUE

I. Champ magnétique terrestre ou géomagnétique :

$\vec{B}_T = \vec{B}_h + \vec{B}_v$, $\vec{B}_h$ et $\vec{B}_v$ respectivement composante horizontale et composante verticale du champ magnétique terrestre.

II. Champ magnétique créé par un solénoïde infiniment long

Caractéristiques du vecteur champ crée par un solénoïde : -Direction : celle de l'axe du solénoïde ;

- Sens : donnée par la main droite, le tire-bouchon de Maxwell ou le bonhomme d'Ampère ;
- Norme : $\mathbf{B} = \mu_0.\frac{N.I}{L} = \mu_0.n.I$; avec $n = \frac{N}{L}$ et $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I = perméabilité magnétique du vide (Relation valable que pour un solénoïde long).

ENONCE C.M 1

Données : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_h = 2{,}0.10^{-5}$ T.

L'axe d'un solénoïde de centre O, de longueur L = 60 cm, comportant N = 400 spires est situé dans le plan du méridien magnétique. On place au centre de celui-ci une aiguille aimantée dont l'axe est perpendiculaire au plan du méridien magnétique (perpendiculaire à l'axe du solénoïde). Lorsqu'on fait passer un courant d'intensité I = 60 mA dans le solénoïde, l'aiguille dévie d'un angle α (figure).

On étudie les effets de la superposition des champs magnétiques sur l'aiguille aimantée.

1.1 Définir une ligne de champ.

1.2 Représenter les vecteurs champ magnétique $\vec{B}_h$, $\vec{B}_S$ (champ créé par le solénoïde) et $\vec{B}_r$(champ magnétique résultant).

1.3 Déterminer l'angle de déviation α de l'aiguille aimantée.

2.On fait varier l'intensité du courant dans le solénoïde. l'aiguille aimantée dévie d'un angle $\alpha = 83°$.

2.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.

2.2 Représenter les vecteurs champ magnétique $\vec{B}_h$, $\vec{B}_S$ (champ créé par le solénoïde) et $\vec{B}_r$(champ magnétique résultant).

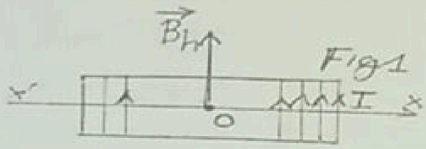
2.3 Déterminer l'intensité du courant qui traverse le solénoïde.

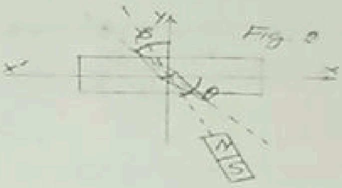
3. L'axe de l'aiguille aimantée est maintenant dans le plan du méridien magnétique, on superpose aux champs magnétiques $\vec{B}_h$ et $\vec{B}_S$, un champ magnétique $\vec{B}_a$ créé par un aimant droit dont l'axe fait un angle $\theta = 60°$ avec l'axe du solénoïde (figure) ; l'axe de l'aiguille aimantée fait alors un angle $\beta = 45°$

3.1 Donner le sens du vecteur champ magnétique créé par un aimant droit.

3.2 Représenter les vecteurs champ magnétiques $\vec{B}_h$, $\vec{B}_S$, $\vec{B}_a$ et $\vec{B}_r$ puis montrer que $B_a = \frac{B_S - B_h}{\sin\theta - \cos\theta}$.

3.3 Calculer la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B}_a$.





ENONCE C.M 2

Données : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_h = 2{,}0.10^{-5}$ T.

Le meilleur détecteur de champ magnétique est une aiguille aimantée montée sur un support, libre de s'orienter.

1. Soit un premier solénoïde (S1) de longueur l = 50 cm et comportant 200 spires. On fait passer un courant électrique continue d'intensité I dans le solénoïde.

1.1 Donner le sens du vecteur champ magnétique créé au centre d'un solénoïde parcouru par un courant.

1.2 Sur un schéma clair, représenter le vecteur champ magnétique et le sens du courant.

1.3 Déterminer l'expression de la norme du champ magnétique créé au centre de ce solénoïde en fonction de I.

2. On place au centre du solénoïde (S1) parcouru par le courant I, une petite aiguille aimantée. L'axe de (S1) est disposé horizontalement et perpendiculaire au plan du méridien magnétique. L'aiguille dévie d'un angle $\alpha = 30°$.

2.1 Donner le sens des lignes de champ donné par le spectre d'un solénoïde parcouru par un courant.

2.2 Faire un schéma illustrant cette expérience.

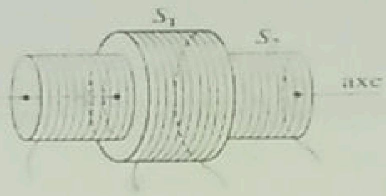
2.3 Déterminer l'intensité du courant I.

3. Un second solénoïde (S2) comportant 80 spires par mètre de longueur est coaxial avec le solénoïde (S1), cet axe commun étant perpendiculaire au plan du méridien magnétique (schéma). Les deux solénoïdes sont branchés en série aux bornes d'un générateur délivrant un courant d'intensité I', l'aiguille aimantée dévie alors d'un angle $\beta = 45°$.

3.1 Donner le rôle d'un solénoïde.

3.2 Faire un schéma illustrant cette expérience.

3.3 Déterminer l'intensité du courant I'.



ENONCE C.M 3

Donnée : $B_H = 2{,}0.10^{-5}$ T ; $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.

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

On veut étudier les effets du champ magnétique créé 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 tourne d'un angle $\alpha = 23°$.

1.1 Présenter le comportement d'une bobine parcourue par un courant.

1.2 Représenter les vecteurs champ $\overrightarrow{B_S}$, $\vec{B}_r$ et$\vec{B}_H$ respectivement vecteurs champ créé au centre de la bobine, champ résultant et composante horizontale du champ magnétique terrestre.

1.3 Déterminer le champ magnétique B_S créé au centre de la bobine.

2. Dans une seconde expérience, on fait passer un courant d'intensité $I_2 = 150$ mA dans la bobine, puis on inverse brusquement le sens du courant, l'aiguille effectue alors une rotation d'angle $\alpha = 45°$.

2.1 Définir le champ magnétique.

2.2 Illustrer la situation sur un schéma clair.

2.3 Déterminer le nombre de spires dans la bobine de longueur $l = 60$ cm.

3. Au cours de cette troisième expérience les opérations de la première expérience sont reproduites mais avec un courant d intensité I_1. On inverse brusquement le sens du courant qui devient I_2. On constate que l'aiguille a tourné d'un angle $\alpha_2 = 120°$. Le nombre de spire de la bobine est $N = 64$ spires.

3.1 Nommer l'appareil de mesure du champ magnétique.

3.2 Illustrer sur un schéma l'expérience.

3.3 Déterminer l'intensité du courant I_2.

ENONCE C.M 4

Données : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

Un solénoïde d'axe $(x'x)$ comportant 800 spires par mètre de longueur est disposé de façon que son axe soit orthogonal au plan du méridien magnétique (schéma).

1 Une aiguille aimantée, mobile sur un axe vertical est placée en son centre. On fait circuler un courant I = 0,040 A dans le solénoïde, l'aiguille dévie d'un angle α.

1.1 Définir le spectre du champ magnétique.

1.2 Représenter les vecteurs champs magnétiques et le sens du courant.

1.3 Déterminer la valeur de l'angle α.

2. On fait passer un autre courant I_2 dans le solénoïde, l'aiguille dévie d'un angle $\alpha' = 45°$.

2.1 Donner la règle du tire-bouchon de Maxwell.

2.2 Ecrire la relation liant les vecteurs champs $\vec{B}_H$, $\vec{B}$ (champ résultant) et $\vec{B}_S$.

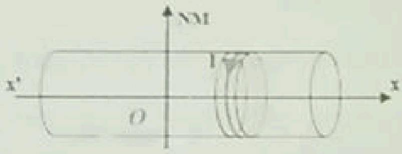
2.3 Déterminer l'intensité du courant I_2.

3. On modifie la valeur de l'intensité du courant, on constate que l'aiguille aimantée reste immobile.

3.1 Donner un dispositif permettant de produire un champ magnétique uniforme, autre qu'un solénoïde.

3.2 Ecrire la relation liant les vecteurs champs $\vec{B}_H$, $\vec{B}$ (champ résultant) et $\vec{B}_S$.

3.3 Déterminer la valeur de l'intensité du courant I_3.



ENONCE C.M 5

$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I ; $B_h = 2{,}0.10^{-5}$ T.

Le but de cet énoncé est de déterminer le nombre de spires des deux solénoïdes coaxiaux.

À l'intérieur d'un solénoïde S_1 comportant n_1 spires par mètre, parcouru par un courant d'intensité I_1, on place un autre solénoïde S_2 dont l'axe est orthogonal à celui de S_1, comportant n_2 spires par mètre et parcouru par un courant I_2.

1. L'intensité du courant qui traverse le solénoïde S_2 est nulle ($I_2 = 0$). On place une aiguille aimantée au centre O de telle sorte que son axe soit perpendiculaire à l'axe du solénoïde S_1. L'aiguille tourne d'un angle α = 59°.

1.1 . Indiquer les faces du solénoïde S_1.

1.2 Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}_1$ créé par le solénoïde S_1, $\vec{B}_h$ et $\vec{B}_r$ (vecteur champ résultant).

1.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B}_1$.

2.L'intensité du courant dans le solénoïde S_1 est nulle ($I_1 = 0$). L'aiguille aimantée étant placée dans le plan du méridien magnétique. L'aiguille aimantée tourne d'un angle θ = 40°.

2.1 Indiquer les faces du solénoïde S_2 si l'intensité du courant dans le solénoïde S_2 va dans le même sens de l'axe ($x'x$).

1.4 2.2 Représenter le vecteur champ magnétique $\vec{B}_2$ créé par le solénoïde S_2, $\vec{B}_h$ et $\vec{B}_r$ (vecteur champ résultant).

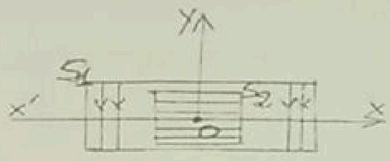
2.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B}_2$.

3. On place l'aiguille aimantée au centre O des deux solénoïdes lorsque $I_1 = 2{,}0$ A et $I_2 = 1{,}0$ A, l'aiguille prend une direction α = 63° par rapport à l'axe $(x'x)$.

3.1 Donner le sens et la direction du vecteur champ magnétique créé par un solénoïde parcouru par un courant.

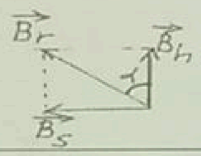
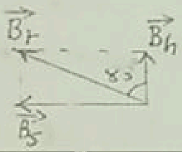
3.2 Représenter les vecteurs champ magnétique $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ et $\vec{B}_r$ (vecteur champ magnétique résultant).

3.3 Déterminer les nombres n_1 et n_2 de spires de chaque solénoïde sachant que $n_1 + n_2 = 500$ spires par mètre.



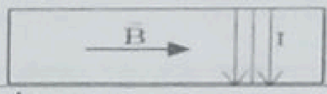
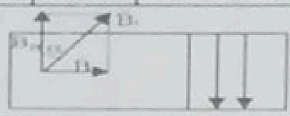
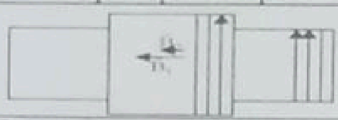
CORRIGES DES ENONCES DU CHAPITRE 6 : CHAMP MAGNETIQUE

CORRIGE ENONCE C.M 01

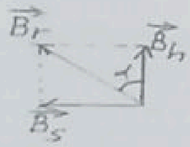
1.1	Courbe tangente en chacun de ses points au vecteur champ magnétique.
1.2	Représentation : 
1.3	Valeur de l'angle α : Tan α = $\frac{B_S}{B_h} = \frac{\mu_0.N.I}{L.B_h}$; AN : α = 68°.
2.1	Le champ magnétique se mesure à l'aide d'un tesla mètre.
2.2	Représentation : 
2.3	Intensité du courant : I = $\frac{L.B_h.\tan 83°}{\mu_0.N}$; AN : I = 0,20 A.
3.1	Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ va du pôle sud vers le pôle nord du solénoïde.
3.2	Représentation :  Projetons sur les axes : • -sur l'axe (OX) : $- B_S + B_h - B_a.\cos\theta - B_r.\sin\beta = 0$ -sur l'axe (OY) : $B_a.\sin\theta + B_r.\cos\beta = 0$ $B_a.(\sin\theta - \cos\theta) = B_S - B_h$ d'où $B_a = \frac{B_S - B_h}{\sin\theta - \cos\theta}$.
3.3	Norme de $\vec{B}_a$:

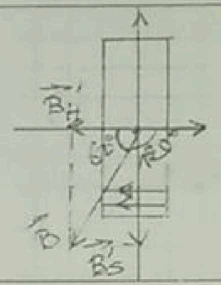
	$B_a = 8,3.10^{-5}$ T.

CORRIGE ÉNONCE C.M 02

1.1	Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est orienté du sud vers le nord.
1.2	Représentation : 
1.3	$B = \mu_0.n.I = 5,0.10^{-4}.I$
2.1	Les lignes de champ entrent par le sud et sortent par le nord.
2.2	Représentation : 
2.3	Tan $\alpha = \frac{B}{B_H}$ alors $I = \frac{B_H.\tan\alpha}{5,0.10^{-4}} = 23$ mA.
3.1	Dispositif électrique capable de produire un champ magnétique.
3.2	 
3.3	Tan $\beta = \frac{B_r}{B_H}$; $B_1 = \mu_0.n_1.I'$ et $B_2 = \mu_0.n_2.I'$; $n_1 > n_2$, le vecteur champ magnétique résultant a le sens de $\vec{B}_1$ et $B_r = B_1 \pm B_2$ soit $B_r = \mu_0.I'.(n_1 \pm n_2)$ alors $I' = \frac{B_r.\tan\beta}{\mu_0.(n_1 \pm n_2)}$ Si $B_r = B_1 + B_2$ alors $I' = 33$ mA et si $B_r = B_1 - B_2$ alors $I' = 50$ mA.

CORRIGE ÉNONCE C.M 03

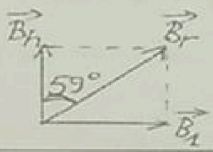
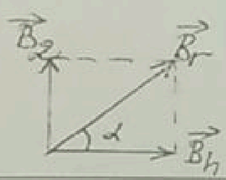
1.1	Une bobine est considérée comme un solénoïde si L > 10.R
1.2	Représentation : 
1.3	Norme du vecteur champ $\vec{B}_S$: Tan $\alpha = \frac{B_S}{B_H}$ alors $B_S = B_H.\tan\alpha$; AN : $B_S = 3,5.10^{-5}$ T.
2.1	Courbe tangente en chacun de ses points au vecteur champ magnétique.
2.2	Représentation : 
2.3	Valeur de B_H : Tan $\alpha = \frac{B_S}{B_H}$ par suite : $B_H = \frac{B_S}{\tan\alpha}$; AN : $B_H = 2,1.10^{-5}$ T.
3.1	Ensemble des lignes de champ.
3.2	Représentation :

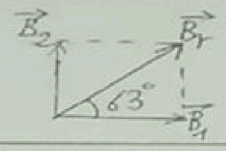
	
3.3	Intensité du courant : $Tan60° = \frac{B_S}{B_H}$ alors $\mu_0.\frac{N}{l}.I_2 = B_H.tan60°$ d'où $I_2 = \frac{l.d.B_H.tan60°}{\mu_0}$ AN : $I_2 = 7{,}0$ mA ; avec $N = {}^1/_d$.

CORRIGE ÉNONCE C.M 04

1.1	C'est l'ensemble des lignes de champ magnétique.
1.2	Représentation : 
1.3	Angle de déviation : $\tan\alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{\mu_0.n.I}{B_H}$; $\alpha = 64°$.
2.1	En tournant le tire-bouchon dans le sens du courant parcourant la spire (solénoïde), celui-ci se visse dans le sens sud-nord.
2.2	$\vec{B} = \vec{B}_S + \vec{B}_H$.
2.3	On a : $\tan 45° = 1$ alors $B_S = B_H = \mu_0.n.I_2$ donc $I_2 = \frac{B_H}{\mu_0.n} = 20$ mA.
3.1	Un aimant en U produit un champ magnétique uniforme.
3.2	$B_S = B_H$ alors $\vec{B} = 2.\vec{B}_H$.
3.3	$I_3 = \frac{2.B_H}{\mu_0.n} = 40.$ mA.

CORRIGE ÉNONCE C.M 05

1.1	Dans le sens de l'axe $(x'x)$: sud –nord.
1.2	Représentation : 
1.3	Norme du vecteur champ $\vec{B}_1$: $B_1 = B_h.\tan 59° = 3{,}3.10^{-5}$ T.
2.1	Du bas vers le haut sud-nord.
2.2	Représentation : 
2.3	Norme du vecteur champ $\vec{B}_2$: $B_2 = B_h.\tan\alpha = 1{,}7.10^{-5}$ T.
3.1	Le vecteur champ magnétique va de la face sud vers la face nord du solénoïde considéré.

3.2	Représentation : 
3.3	Nombres de spires n_1 et n_2 : Tan 63° $= \frac{B_2}{B_1} = \frac{n_2.I_2}{n_1.I_1}$ alors $n_2 = 2.n_1$.tan 63° et $n_1 + n_2 = 500$ Donc $n_1 = 100$ spires par mètre et $n_2 = 400$ spires par mètre.

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

I. Force magnétique de Lorentz

$\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$.

II. Etude du mouvement

Appliquons le T.C.I : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G = \vec{F}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B}$ alors $\vec{a}_G = \frac{q\vec{V} \wedge \vec{B}}{m}$.

2.Etude cinématique

2.1 Nature du mouvement

La puissance de $\vec{F}_m$ est : $P(\vec{F}_m) = \vec{F}_m.\vec{V} = 0$ car $\vec{F}_m \perp \vec{V}$ or $P(\vec{F}_m) = \frac{W(\vec{F}_m)}{t} = 0$ alors $W(\vec{F}_m) = 0$ et $\Delta E_C = W(\vec{F}_m) = 0$ donc V = constante. Le mouvement est uniforme.

1.2 Nature de la trajectoire

1.2.1 Trajectoire plane :

$\vec{a}_G = \frac{q\vec{V} \wedge \vec{B}}{m}$ or $\vec{a}_G \perp \vec{B}$ et $\vec{B} = B.\vec{k}$ donc $a_z = 0$ et $Z = V_{0z}.t + z_0$ or $\vec{V}_0 = V_0.\vec{i}$ alors $V_{0z} = 0$ et $z_0 = 0$ à t = 0 d'ou Z = 0. Le mouvement de la particule est plan et s'effectue dans le plan (XOY).

2. 2. 2 Trajectoire circulaire :

Dans la base de Frenet : $\vec{a}_G = \frac{dV}{dt}.\vec{\tau} + \frac{V^2}{R}.\vec{n}$: V = constante. alors $a_\tau = \frac{dV}{dt} = 0$ et $a_G = a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{|q|.V.B}{m}$ d'où $R = \frac{m.V}{|q|.B}$ **(constant).** Le mouvement est donc circulaire.

3.Autres caractéristiques du mouvement

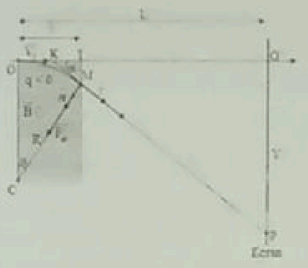
-Quantité de mouvement : **P = m.V = |q|.R.B.**

-Vitesse angulaire : $\omega = \frac{V}{R} = \frac{|q|.B}{m}$.

-Période et fréquence : $T = \frac{2.\pi}{\omega} = \frac{2.\pi.m}{|q|.B}$ et $N = \frac{1}{T} = \frac{|q|.B}{2.\pi.m}$.

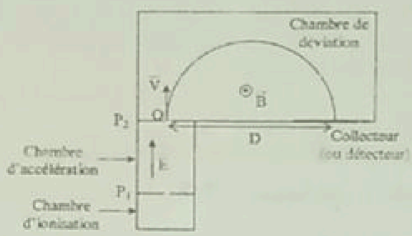
IV. Applications

1. **Déflexion magnétique**



Système étudié : électron de charge q < 0, de vitesse initiale V_0 ; α = $(\overrightarrow{CO}, \overrightarrow{CM})$, sin α = $\frac{l}{R}$ et tan α = $\frac{Y}{OO' - OK}$ = $\frac{Y}{L}$ or OK ≪ OO', alors sin α ≈ tan α ⇒ $\frac{Y}{L} = \frac{l}{R}$ d'où **Y** = $\frac{L.l}{R} = \frac{|q|.L.l.B}{m.V_0}$

2. **Spectrographe de masse :** Appareil qui permet de séparer les isotopes d'un élément et de les identifier.

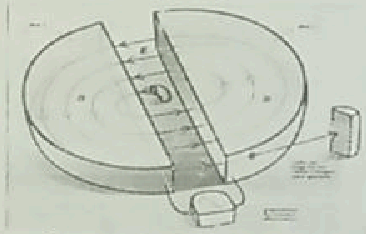


-Entre P_1 et P_2 : d'après le T.E.C, ΔE_C = W($\vec{F_e}$) = |q|.U ; $\frac{1}{2}$.m.V^2 = |q|.U alors **V** = $\sqrt{\frac{2.|q|.U}{m}}$.

Dans la chambre de déviation : **R** = $\frac{m.V}{|q|.B} = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m.U}{|q|}}$.

Remarque : Pour un melange de deux isotopes de masses respectives m_1 et m_2 ; $R_1 = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m_1.U}{|q|}}$ **et** $R_2 = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m_2.U}{|q|}}$ **par suite** $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ **; si $m_1 < m_2$ alors $R_1 < R_2$.**

3. **Le cyclotron :** C'est un accélérateur de particules comportant deux boites semi-cylindriques de cuivre D_1 et D_2 appelées ≪Dees≫.



Energie cinétique maximale atteinte par les ions et rayon maximal.
E_{Cmax} = E_{C0} + n.q.U avec E_{C0} ≪ E_{Cmax} ; on a : E_{Cmax} = n.q.U = n.E_{C1} alors $\frac{1}{2}$.m.V_{max}^2 = n.($\frac{1}{2}$ m.V_1^2)

Par suite $V_{max} = V_n = V_1.\sqrt{n}$ avec $V_1 = \sqrt{\frac{2.q.U}{m}}$; n étant le nombre de tours de rotation des ions.

$\boldsymbol{V_{max}} = \sqrt{\frac{2.n.q.U}{m}}$ et $\boldsymbol{R_{max}} = \frac{m.V_{max}}{q.B} = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.n.m.U}{q}}$

$\boldsymbol{E_{Cmax}} = \frac{1}{2}.m.V_{max}^2 = \frac{R_m^2.q^2.B^2}{2.m}$.

ENONCE PCCM 01

Données : m_1 = m(He^{2+}) = 6,64.10^{-27}kg ; B = 0,50 T ; V = 1,0.10^6 m/s ; m_p = 1,66.10^{-27} kg ; e = 1,60.10^{-19} C ; m_2 = m(X) = A.m_p ; g = 10 N/kg.

Dans la première partie de cet énoncé, on veut déterminer la norme du vecteur champ électrique en mettant en évidence l'influence des forces électrique sur un oscillateur harmonique puis dans un second temps, un appareil à déviation champ magnétique permettra d'identifier et de déterminer la masse d'une particule chargée.

1.Partie I: Pour déterminer l'intensité du champ électrique créé entre deux plaques parallèles et horizontales, on utilise le dispositif ci-dessous constitué d'un ressort de constante de raideur k = 100 N/m et fixé à la plaque supérieure par l'intermédiaire d'un isolant. À son extrémité libre, on suspend une petite bille de masse m et de charge $q = +6.0.10^{-6}$ C, un générateur crée entre les deux plaques un champ électrique uniforme (figure 4).

-lorsque la plaque supérieure est reliée au pôle positif du générateur, le ressort s'allonge de $x_1 = 2{,}5$ cm ;

-lorsqu'elle est reliée au pôle négatif, le générateur s'allonge de $x_2 = 1{,}3$ cm.

1.1 Indiquer les forces qui s'exercent sur la bille.

1.2 Montrer que la masse de la bille est $m = \frac{k.(x_1 + x_2)}{2.g}$.

1.3 Déterminer la norme du vecteur champ électrique. Calculer la valeur de la masse de la bille.

2. Partie 2 : Deux particules chargées He^{2+} et X^{2-} sont introduites en un point A, avec la même vitesse initiale $\vec{V}$, dans un espace où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, perpendiculaire au vecteur $\vec{V}$. On considère que les deux particules He^{2+} et X^{2-} ne sont soumises qu'à la force de Lorentz (figure 2).

2.1 Donner le nom de ce dispositif.

2.2 Justifier les points d'impacts de chaque particule en D et C.

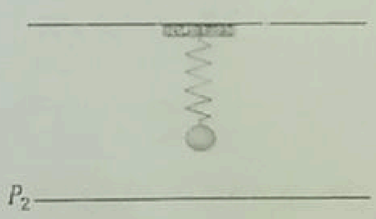
2.3 En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que le mouvement de l'ion He^{2+} est uniforme et circulaire de rayon $R_1 = \frac{m_1.V}{2e.B}$. Calculer sa valeur.

3. La distance entre les deux points d'impacts des deux particules sur chaque collecteur est d = 10 cm.

3.1 Donner l'expression du vecteur force de Lorentz de la particule X^{2-}.

3.2 Exprimer le rapport $\frac{R_2}{R_1}$ en fonction de leurs masses.

3.3 Déterminer la masse de la particule X^{2-}. Identifier cette particule par son nom.



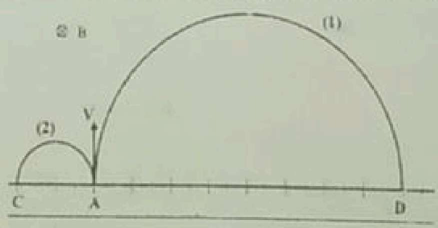


Fig 2.

ENONCE PCCM 02

Données : L = 5,0 cm ; l = 2,0 cm ; $e = 1{,}60.10^{-19}$ C ; $m = 1{,}67.10^{-27}$ Kg ; U = 10 kV ; B = 0,50 T.

Des protons H^+ de masse m, produits par une chambre d'ionisation pénètrent en S sans vitesse initiale dans un accélérateur linéaire où ils sont soumis à un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une tension

$U = V_C - V_A$. Les protons pénètrent ensuite en C avec une vitesse $\vec{V}_0$ dans un domaine limité par deux plans P et P' où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal à la vitesse $\vec{V}_0$.

Le but de cet énoncé est de déterminer la déflexion magnétique et la valeur minimale de la tension permettant de transformer le déflecteur en spectrographe de masse.

1.1 Donner l'expression de l'accélération d'un proton en fonction de U, d, m et e dans l'accélérateur.

1.2 Ecrire l'équation horaire du mouvement d'un proton dans l'accélérateur.

1.3 Déterminer la valeur vitesse V_0 d'un proton.

2 Les protons sortent par le plan P' et vont heurter l'écran en un point M.

2.1 Donner la nature du mouvement des protons après leur sortie du champ magnétique.

2.2 Montrer que le mouvement des protons entre P et P' est uniforme et circulaire.

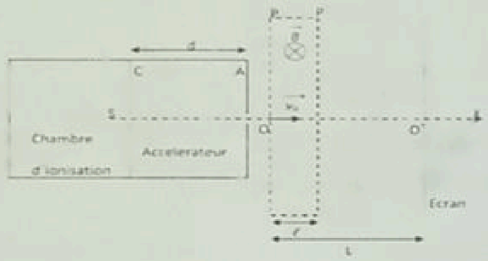
2.3 Déterminer la déflexion magnétique O'M.

3. Pour empêcher les protons de sortir du champ magnétique régnant entre les plans P et P', on modifie la tension U.

3.1 Donner la direction et le sens du vecteur force magnétique en O.

3.2 Etablir l'expression du rayon de courbure R en fonction de B, m, U et e.

3.3 Déterminer la valeur minimale la tension pour que les protons ressortent par le plan P.



ENONCE PCCM 03

Données $m_P = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; $B = B_2 = 1{,}20$ T ; m_1 ($^{126}Xe^+$) = $2{,}10.10^{-25}$ kg ; m_2 ($^{A}Xe^+$) = A. m_P ; $U = U_{P_1P_2} = 600\ V$; $E = 3{,}59.10^4\ V/m$.

Des isotopes du xénon $^{126}_{54}Xe^+$ et $^{A}_{54}Xe^+$ de masses respectives m_1 et m_2 sont obtenus par ionisation lors d'un choc électronique dans la chambre source d'ions.

Un élève de terminale S se propose d'isoler l'isotope de masse m_2 par un sélecteur de vitesse spécifique afin de déterminer sa masse. Pour cela, il étend le dispositif à un spectrographe de masse.

1.Les deux ions isotopes pénètrent en O_1 avec des vitesses presque nulles entre les plaques P_1 et P_2 métalliques parallèles où il règne une tension accélératrice $U = U_{P_1P_2}$.

1.1Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1.2 Justifier la direction et le sens des vecteurs $\vec{E}$ et $\vec{F}$ entre les plaques P_1 et P_2.

1.3 Déterminer la vitesse V_1 qu'acquiert l'isotope $^{126}Xe^+$ à sa sortie en O_2.

2. Les deux isotopes, de vitesses $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ colinéaires de même sens, pénètrent ensuite entre les armatures P_3 et P_4 d'un condensateur plan où règne simultanément un champ électrique vertical descendant $\vec{E}$ et un champ magnétique $\vec{B}$ horizontal et perpendiculaire au plan de la figure. Seul l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ de masse m_2 n'est pas dévié et peut pénétrer dans le spectrographe.

2.1 Donner le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ pour que le mouvement de l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ soit rectiligne uniforme.

2.2 Montrer que l'isotope ${}^{126}Xe^{+}$ de masse m_1 de vitesse $V_1 > V_2$ est dévié vers le haut.

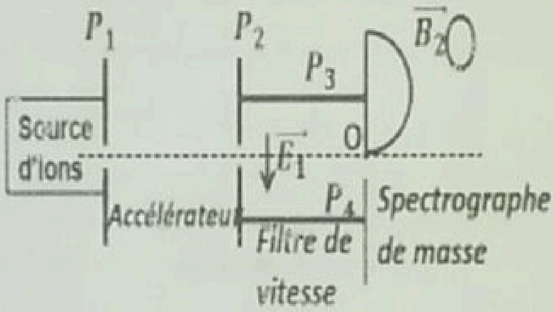
2.3 Déterminer le nombre de masse A de l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ du Xénon.

3. L'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ de vitesse $V_2 = 3{,}00.10^4$ m/s pénètre enfin dans le spectromètre de masse où il règne le même champ magnétique uniforme B = B_2 précédent. On recueille l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ sur un collecteur.

3.1 Donner la direction et le sens du vecteur force magnétique en O.

3.2 Montrer que le mouvement circulaire de l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ est uniforme.

3.3 Retrouver le nombre de masse A de l'isotope ${}^{A}Xe^{+}$ sachant que le rayon de courbure de sa trajectoire est $R_2 = 3{,}34$ cm.



ENONCE PCCM 04

Données : B = 1,0 T ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; m = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; $V_1 = 1{,}5.10^5$ m/s ; $V_{max} = 6{,}0.10^6$ m/s.

Un cyclotron sert à accélérer des particules chargées. Dans ce cas les particules sont des protons de masse m et de charge q = e.

Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ règne à l'intérieure de chaque « dee », sa direction est parallèle à l'axe des demi-cylindre. Un champ électrique $\vec{E}$ variable dans le temps, peut être établi dans l'intervalle étroit qui sépare les « dees ». Il permet d'augmenter la vitesse des protons chaque fois qu'ils pénètrent dans cet intervalle. Le champ électrique est obtenu en appliquant une tension sinusoïdale de valeur maximale U_m et de fréquence f entre les deux « dees ».

1. Le proton entre dans le « dee i» avec une vitesse initiale d'injection $\vec{V}_0$ perpendiculaire à l'axe des demi-cylindres. On néglige le poids du proton devant la force magnétique.

1.1 Donner l'expression du vecteur force agissant sur le proton en O.

1.2 Montrer que la longueur L parcourue par un proton sur un demi-tour de rayon R_0 est L = $\frac{\pi.m.V_0}{e.B}$.

1.3 Déterminer le temps mis par le proton pour effectuer ce demi-tour (on néglige le temps de traversée de l'intervalle entre les dees).

2. Le proton, après avoir fait un demi-cercle dans un « dee », entre dans l'intervalle étroit où il est accéléré par le champ électrique U_m considéré comme uniforme et colinéaire au vecteur vitesse du proton.

2.1 Définir l'énergie cinétique du proton.

2.2 Montrer que la fréquence de rotation du proton pour effectuer ce demi-tour est f = $1,5.10^7$ Hz.

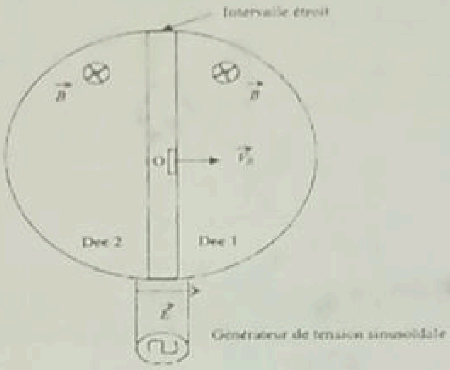
2.3 Déterminer la variation de l'énergie cinétique ΔE du proton lorsqu'il traverse l'intervalle étroit (en J et en eV).

3. la vitesse d'injection étant pratiquement nulle, on désire atteindre une vitesse V = $2,0.10^4$ km/s.

3.1 Donner la nature du mouvement du proton dans chaque dee.

3.2 Préciser si le rayon de courbure de la trajectoire du proton augmente ou diminue à chaque fois qu'il traverse l'intervalle étroit.

3.3 Déterminer le nombre de tours que le proton doit décrire dans le cyclotron.



ENONCE PCCM 05

Données : $m_1 = 3,34.10^{-25}$ kg ; e = $1,6.10^{-19}$ C , U = $1,0.10^3$ V ; B = 0,10 T , AB = 9,2 mm ; u = $1,67.10^{-27}$ kg.

Le spectrographe de masse comporte une source d'ionisation suivie d'un ou de plusieurs analyseurs qui séparent les ions produits selon leur masse et vitesse, et d'un détecteur qui les identifie.

1.Une chambre d'ionisation produit des ions isotopes du mercure $^{200}_{80}Hg^{2+}$ et $^{x}_{80}Hg^{2+}$ de masses respectives m_1 et m_2. Ces ions sont ensuite accélérés entre deux plaques parallèles P_1 et P_2 d'un condensateur plan. Les ions traversent la plaque P_1 en O sans vitesse initiale. Ils sont soumis entre P_1 et P_2 à une tension accélératrice U.

1.1 Donner le sens des vecteurs champ électrique et force électrique $\vec{E}$ et $\vec{F}$.

1.2 Montrer que les deux isotopes sont homocinétiques.

1 .3 Déterminer la vitesse $\vec{V}_1$ de l'isotope $^{200}_{80}Hg^{2+}$ à son passage en O'.

2 Les ions, animés de vitesses respectives $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$, pénètrent en O' dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire au plan de la figure. On prendra $V_1 = 1{,}4.10^5$ m/s.

2.1 Donner le sens du champ magnétique $\vec{B}$.

2.2 Montrer que le mouvement de l'isotope ${}^{200}_{80}Hg^{2+}$ est circulaire et uniforme.

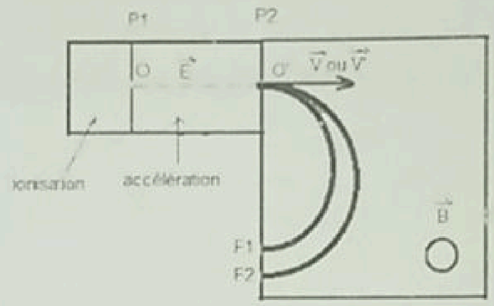
2.3 Calculer le rayon de courbure R_1 de la trajectoire de l'isotope ${}^{200}_{80}Hg^{2+}$.

3. Les deux isotopes décrivent un demi-cercle avant de tomber sur une plaque photographique respectivement en A et B. On prendra $R_1 = 0{,}15$ m.

3.1 Donner le rôle joué par la partie circulaire du dispositif.

3.2 Donner l'expression du rayon de courbure R_2 de la trajectoire de l'isotope ${}^{x}_{80}Hg^{2+}$ en fonction de B, m_2, U et e.

3.3 Déterminer le nombre de masse de l'isotope ${}^{x}_{80}Hg^{2+}$.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 7 : PARTICULES CHARGEES EN MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

CORRIGE ÉNONCE PCCM 1

1.1	Forces appliquées : $\vec{P}$(poids de la bille), $\vec{T}$(tension du ressort) et $\vec{F}$ (force électrique).
1.2	-Système étudié : solide + ressort -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}$ et $\vec{T}$ Appliquons le principe d'inertie : $\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{O}$ $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{O}$ dans le 1re cas : P + F = T soit m.g + q.E = k.x_1; 2ème cas : P = F + T soit m.g = q.E + k.x_2 De (1) et (2) découlent que m = k.$\frac{(x_1 + x_2)}{2.g}$.
1.3	On a : E = k.$\frac{(x_1 - x_2)}{2.q}$; AN : E = $1{,}2.10^4$V/m et m = $3{,}7.10^{-2}$ kg.
2.1	Spectrographe de masse.
2.2	Particule He^{2+} impacte en C et particule x^{2-} impacte en D, les sens des $\vec{F}_m$ sont donnés par le trièdre direct de la règle des trois doigts de la main droite.
2.3	Mouvement circulaire uniforme : La puissance $P(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{V}_0 = 0$ or P = $\frac{W(\vec{F})}{t}$ = 0 alors W ($\vec{F}$) = 0 et ΔE_C = W ($\vec{F}$) = 0 donc V = constante Dans la base de Frenet, $\vec{a}_G = \frac{dV}{dt}.\vec{\tau} + \frac{V^2}{R}.\vec{n}$ or V = constante, alors $\frac{dV}{dt}$ = 0 et $a_G = a_n = \frac{V_0^2}{R} = \frac{e.B.V_0}{m}$ R = $\frac{m.V_0}{e.B}$ = constant. D'où $R_1 = \frac{m_1.V}{2.e.B}$ = 0,010 m.

3.1	$\vec{F} = -2.e\vec{V}\wedge\vec{B}$.
3.2	$R_2 = \frac{m_2.V}{2.e.B}$ alors $\frac{R_2}{R_1} = \frac{m_2}{m_1}$.
3.3	On a : d = CD = $2.(R_1 + R_2) = 2.R_1.(1 + \frac{R_2}{R_1}) = 2.R_1.(1 + \frac{m_2}{m_1})$ soit $m_2 = m_1.(\frac{d}{2.R_1} - 1)$. $m_2 = 2{,}656.10^{-26}$kg soit A = 16. Il s'agit de l'oxygène (O^{2-}).

CORRIGE ÉNONCÉ PCCM 02

1.1	D'après le TCI : $a_G = \frac{e.U}{d.m}$.
1.2	Equation horaire : $x = \frac{1}{2}.a_G.t^2 = \frac{e.U}{2.d.m}.t^2$.
1.3	Vitesse d'un proton : $V_0^2 = 2.a_G.d$ soit $V_0 = \sqrt{\frac{2.e.U}{m}}$; AN : $V_0 = 1{,}4.10^6$ m/s.
2.1	Mouvement rectiligne uniforme.
2.2	Mouvement circulaire uniforme : La puissance $P(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{V}_0 = 0$ or $P = \frac{W(\vec{F})}{t} = 0$ alors $W(\vec{F}) = 0$ et $\Delta E_C = W(\vec{F}) = 0$ donc V = constante Dans la base de Frenet, $\vec{a}_G = \frac{dV}{dt}.\vec{\tau} + \frac{V^2}{R}.\vec{n}$ or V = constante, alors $\frac{dV}{dt} = 0$ et $a_G = a_n = \frac{V_0^2}{R} = \frac{e.B.V_0}{m}$ $R = \frac{m.V_0}{e.B}$ = constant.
2.3	Déflexion magnétique : On a : $\sin\alpha = \frac{l}{R}$ et $\tan\alpha = \frac{O'M}{O'I} = \frac{O'M}{OO' - OI}$ avec $OI \ll OO'$; α petit $\sin\alpha \approx \tan\alpha$ $\frac{l}{R} = \frac{O'M}{L}$ d'où $O'M = \frac{L.e.l.B}{m.V_0}$: AN : $O'M$ =3,4 cm.
3.1	Perpendiculaire à $\vec{V}_0$ et centripète.
3.2	$R = \frac{m.V_0}{e.B} = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{2.m.U}{e}}$.
3.3	Les protons ressortent par le plan P si R ≥ l soit $U \geq \frac{e.(B.l)^2}{2.m}$ donc $U \geq 4{,}8.10^3$ V.

CORRIGE ENONCE PCCM 03

1.1	Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide entre ces deux instants.
1.2	La charge q > 0 alors $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont même sens de P_1 vers P_2 et horizontaux. $P_1(+)$ et $P_2(-)$.
1.3	Vitesse V_1 : -Système étudié : isotope $^{126}Xe^+$ -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids de la particule), $\vec{F}$ (force électrostatique) avec P ≪ F Appliquons le T.E.C : $\Delta E_C = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$ Soit $\frac{1}{2}.m.V_1^2 = e.U$ alors $V_1 = \sqrt{\frac{2.e.U}{m_1}}$; AN : $V_1 = 3{,}02.10^5$ m/s.
2.1	Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est entrant.
2.2	L'isotope $^{A}Xe^+$ a un mouvement rectiligne uniforme, en appliquant le principe d'inertie on a : F_{m_2} = Fe soit $e.V_2.B = e.E$ et $V_2 = \frac{E}{B}$ or $V_1 > V_2$ soit $V_1 > \frac{E}{B}$ par suite $e.V_1.B > e.B$ donc F_{m_1} > Fe l'isotope $^{126}Xe^+$ est donc dévié selon la force magnétique vers le haut.
2.3	Nombre de masse A :

	$V_2 = \frac{E}{B} = \sqrt{\frac{2.e.U}{A.m_P}}$ soit A = $\frac{2.e.U}{m_P.(\frac{E}{B})^2}$; AN : A = 128.
3.1	Le vecteur $\vec{F}_m$ est centripète et porté par (OC).
3.2	Mouvement uniforme : P $(\vec{F}) = \vec{F}_m.\vec{V}_0 = 0$ or P $(\vec{F}) = \frac{W(\vec{F}_m)}{t} = 0$ alors $W(\vec{F}_m) = 0$ et ΔE_C = W $(\vec{F}) = 0$ donc V = constante
3.3	Retrouvons le nombre de masse A : $R_2 = \frac{A.m_P.V_2}{e.B}$ soit A = $\frac{R_2.e.B}{m_P.V_2}$; AN : A = 128.

CORRIGE ENONCE PCCM 04

1.1	$\vec{F} = q.\vec{V}_0 \wedge \vec{B}$.
1.2	Longueur pour un demi-tour : L = $\pi.R_0$ or $R_0 = \frac{m.V_0}{e.B}$ soit L = $\frac{\pi.m.V_0}{e.B}$.
1.3	Temps mis : On a t = $\frac{L}{V_0} = \frac{\pi.m}{e.B}$ AN : t = $3,2.10^{-8}$ s.
2.1	C'est l'énergie que possède le proton du fait de sa vitesse acquise au cours de chaque traversée entre les dees.
2.2	Fréquence de rotation : T = 2.t or f = $\frac{1}{T} = \frac{1}{2.t}$ = $1,5.10^7$ Hz.
2.3	Variation de l'énergie cinétique : ΔE = e.U_m = $3,2.10^{-16}$ J = 2000 e.V.
3.1	Mouvement circulaire uniforme.
3.2	Le rayon de courbure de la trajectoire est proportionnel à la vitesse donc il augmente.
3.3	Nombre de tours : n = $\frac{E_f}{2.\Delta E}$; $E_f = \frac{1}{2}.m.V_f^2 = 3,3.10^{-13}$ J soit n = 522 tours.

CORRIGE ENONCE PCCM 05

1.1	Vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont même sens de P_1 vers P_2.
1.2	-Système étudié : ions isotopes de mercure -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids de la particule) , $\vec{F}$ (force électrostatique) avec $P \ll F$ Appliquons le T.E.C. ΔE_C = W $(\vec{F})$ $E_{C1} = \frac{1}{2}.m_1.V_1^2$ = 2.e.U et $E_{C2} = \frac{1}{2}.m_2.V_2^2$ = 2.e.U par suite alors $E_{C1} = E_{C2}$
1.3	Vitesse de l'isotope $^{200}_{80}Hg^{2+}$: $V_1 = \sqrt{\frac{4.e.U}{m_1}}$; AN : $V_1 = 4,4.10^4$ m/s.
2.1	Sens du vecteur champ magnétique : $\vec{B}$: sortant.
2.2	Mouvement circulaire uniforme : La puissance $P(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{V}_1 = 0$ or P = $\frac{W(\vec{F})}{t}$ = 0 alors W $(\vec{F})$ = 0 et ΔE_C = W $(\vec{F})$ = 0 donc V_1 = constante Dans la base de Frenet, $\vec{a}_G = \frac{dV}{dt}.\vec{\tau} + \frac{V^2}{R}.\vec{n}$ or V_1 = constante alors $\frac{dV}{dt}$ = 0 et $a_G = a_n = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{2.e.B.V_1}{m}$ $R_1 = \frac{m.V_1}{2.e.B}$ = constant.
2.3	Rayon de courbure R_1 : AN : R_1 = 0,46 m.

3.1	Cette partie circulaire a pour rôle de séparer les ions selon masse et vitesse.
3.2	Expression du rayon de courbure R_2 : $R_2 = \frac{m_2.V_2}{2.e.B} = \frac{1}{B}.\sqrt{\frac{m_2.U}{e}}$.
3.3	Nombre de masse de l'isotope ${}^{x}_{80}Hg^{2+}$: AB = 2. $(R_2 - R_1)$ = 2.R_1.$(\frac{R_2}{R_1} - 1)$ = 2.R_1.$(\sqrt{\frac{m_2}{m_1}} - 1)$ alors x = $\frac{m_1}{u}.(1 + \frac{AB}{2.R_1})$: AN : x = 202.

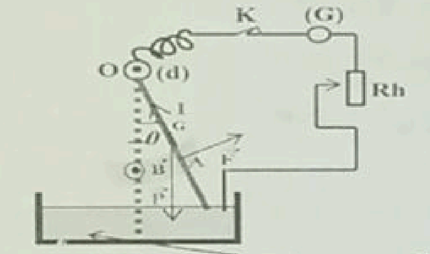
CHAPITRE 8 : ACTION D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE SUR UN ÉLÉMENT DE CIRCUIT PARCOURU PAR UN COURANT : LOI DE LAPLACE.

I. Loi de Laplace : $\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$.

II. **Caractéristiques du vecteur $\vec{F}$:** F = I.l.B.sin α ; perpendiculaire au plan $\vec{l}$ et $\vec{B}$, de sens du trièdre direct $(I.\vec{l}, \vec{B}, \vec{F})$.

3. Applications

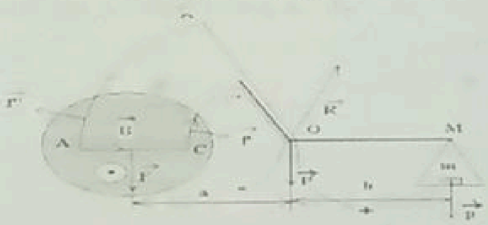
3.1 Pendule de Laplace



D'après le théorème des moments : $\Sigma M_0 = 0$; $M_0(\vec{F}) + M_0(\vec{P}) = 0$ on a : $M_0(\vec{F}) = +$ F.OA et $M_0(\vec{P}) = -$ P.OG.sin θ

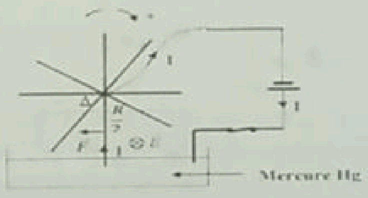
d'où **I. l. B. OA = P. OG. sin θ.**

3.2 Balance de Cotton : C'est un appareil qui permet de mesurer l'intensité du champ magnétique.



$\Sigma M_0 = 0$; $M_0(\vec{F}) + M_0(\vec{P}) = 0$ alors F. a = P. b et **I. l. B. a = P. b** avec AC = l.

3.4 La roue de Barlow



Dispositif permettant la mise en évidence des mouvements de rotation continus créés par les forces électromagnétiques.

Calculons la puissance de $\vec{F}$. La roue tourne à la vitesse angulaire ω.

$M_\Delta(\vec{F}) = F.\frac{R}{2} = I.\ l.\ B.\frac{R}{2}$ or l = R et $M_\Delta(\vec{F}) = I.B.\frac{R^2}{2}$ alors $P(\vec{F}) = M_\Delta(\vec{F}).\omega$ or $\omega = 2.\pi.N$ donc

$\mathbf{P = \pi.I.B.N.R^2 = P_{moteur}}$.

4.Notion de flux magnétique : Pour un circuit fermé traversé par un flux magnétique : $\phi = \vec{B}.\vec{S} = B.S.\cos\theta$, avec $\theta = (\vec{B}, \vec{S})$, mesuré par le flux mètre. Unité webers (Wb).

•Circuit de N spires : $\phi = N.B.S.\cos\theta$.

ENONCE LAP 01

Données : m = 5,0 g ; MN = l = 10 cm ; B = 0,25 T ; g = 9,8 N/kg ; I = 1,0 A ; θ = 10°

Le but de cet énoncé est d'appliquer la loi de Laplace pour réaliser une étude dynamique d'un pendule pesant.

1.Un conducteur AMNC est constitué de trois parties rectilignes de même longueur l et de masse m formant trois côtés d'un carré pouvant tourner sans frottement autour d'un axe horizontal passant par A et C. On relie les extrémités A et C à un générateur délivrant un courant I. Seul le côté MN baigne dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme perpendiculaire au côté MN et parallèle aux côtés AM et NC (figure), le cadre s'incline alors d'un angle α vers l'avant et reste en équilibre.

1.1 Indiquer le sens du courant sur le cadre AMNC.

1.2 Représenter les forces appliquées sur le côté MN du cadre.

1.3 Déterminer l'angle d'inclinaison α du cadre.

2. Le vecteur champ magnétique, toujours perpendiculaire à MN fait un angle θ vers l'intérieur par rapport au plan du cadre AMNC. Le cadre s'incline alors d'un angle α' et reste en équilibre.

2.1 Enoncer le principe d'inertie.

2.2 Etablir l'expression de l'inclinaison α' en fonction de I, B, l, m, g et θ.

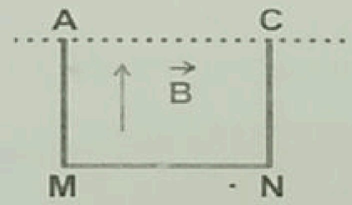
2.3 Calculer l'angle α' d'inclinaison du cadre.

3. Le vecteur champ magnétique, toujours perpendiculaire au côté MN, fait maintenant un angle θ vers l'avant par rapport au plan du cadre AMNC. Le cadre s'incline d'un angle α'' et reste en équilibre.

3.1 Enoncer la loi de Laplace.

3.2 Citer une application de Laplace permettant de déterminer les inductions magnétiques.

3.3 Déterminer l'angle α'' d'inclinaison du cadre.



ENONCE LAP 02

Données : g = 10 N/Kg ; NP = L = 5,0 cm ; $d' = \frac{4}{3}.d$.

La balance de Cotton est un dispositif utilisé autrefois pour la mesure de champs magnétiques uniforme. Elle est constituée d'une tige coudée mobile en rotation d'un axe horizontal passant par O et perpendiculaire au plan de la figure.

Les parties MN et PQ sont des arcs de cercle centrés en O. La partie MNPQ est parcourue par un courant d'intensité I créé par un générateur. Le champ magnétique est supposé uniforme et localisé dans la zone grisée contenant NP. L'équilibre de la balance est réalisé à l'aide de masses marquées que l'on place dans le plateau situé à l'extrémité A du fléau. À l'équilibre, OA et NP sont horizontaux (figure).

1.1 Nommer l'appareil de mesure d'un champ magnétique.

1.2 Etablir la condition d'équilibre de la balance en fonction de L, B, m, I et g.

1.3 Calculer la norme du vecteur champ magnétique pour m = 2,0 g et I = 10 A.

2. On ajoute une masse M = 1,0 g sur le plateau contenant la masse m = 2,0 g. On prendra B = 0,053 T.

2.1 Enoncer la loi de Laplace.

2.2 Etablir la condition d'équilibre de la balance.

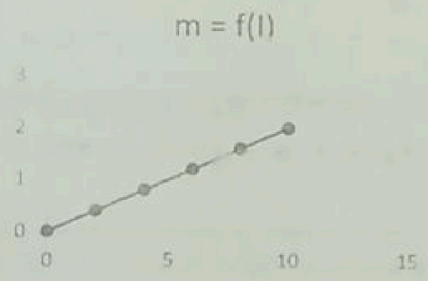
2.3 Calculer l'intensité du courant qui traverse le fléau OMNPQ.

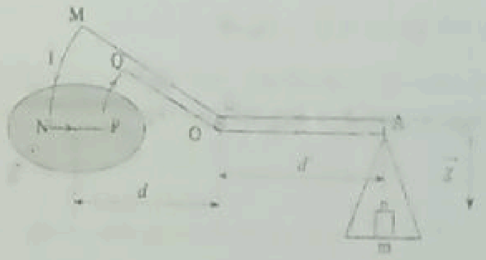
3. Pour chaque masse marquée déposée sur le plateau, on mesure l'intensité du courant I délivrée par le générateur. Les résultats des mesures ont permis de tracer le graphe m = f(I).

3.1 Citer un autre dispositif appliquant la loi de Laplace.

3.2 Montrer que l'équation du graphe peut s'écrire m = a.I, a étant une constante à déterminer (la masse en gramme et I en Ampère).

3.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique. Comparer avec la valeur en 1.3.





ENONCE LAP 03

Données : m = 15 g ; I = 10 A , MN = L = 10 cm ; θ = 20° ; g = 10 N/kg.

On souhaite déterminer la norme du champ magnétique et la constante de raideur d'un ressort par le principe la loi de Laplace.

Deux rails conducteurs sont disposés parallèlement suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle θ par rapport à l'horizontale. Les extrémités supérieures des rails sont reliées aux bornes d'un générateur délivrant un courant d'intensité I. Une tige MN pouvant glisser sans frottement est placée perpendiculairement sur les rails. On plonge la tige MN dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire au plan des rails.

1.1 Donner le sens du vecteur champ magnétique pour que la tige soit en équilibre.

1.2 Inventorier les forces appliquées à la tige MN.

1.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique.

2. On suppose que la norme du vecteur champ magnétique B = 0,051 T. On attache au milieu de la tige MN un ressort de constante de raideur k, l'autre extrémité étant fixée à un support. On ferme l'interrupteur, le ressort s'allonge d'une distance x = 1,0 mm.

2.1 Enoncer le principe d'inertie.

2.2 Etablir la condition d'équilibre de la tige en fonction de m, g, k, x, I, L, B et θ. Le vecteur champ magnétique étant toujours perpendiculaire au plan des rails.

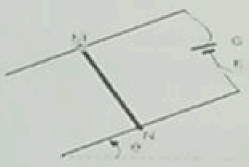
2.3 Calculer la constante de raideur k du ressort lorsque l'intensité du courant I = 12 A.

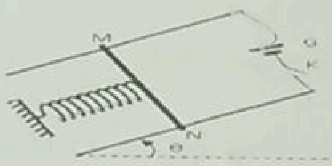
3. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ précédent est maintenant vertical descendant.

3.1 Donner la direction du vecteur force de Laplace par rapport au plan incliné.

3.2 Etablir la condition d'équilibre de la tige.

3.3 Déterminer la constante de raideur k du ressort, l'allongement du ressort n'étant pas modifié. Comparer avec la valeur en 2.3.





ENONCE LAP 04

La figure ci-dessous représente une tige conductrice pouvant rouler sur deux rails conducteurs horizontaux ; une partie de longueur l = 10 cm de la tige baigne dans le champ magnétique uniforme de valeur B = 0,20 T et perpendiculaire au plan des rails (figure 1).

1. On fait circuler un courant d'intensité I sur la tige ; elle se déplace vers la gauche. Un solide de masse m = 10 g suspendu à un fil inextensible et de masse négligeable permet de maintenir la tige en équilibre (figure 2).

1.1 Donner l'expression du vecteur force de Laplace.

1.2 Préciser le sens et la direction du vecteur force de Laplace et le sens du courant sur la tige.

1.3 Déterminer l'intensité du courant I.

2. On augmente la valeur du champ magnétique telle sorte que $B' > B$; la masse qu'il faut suspendre au fil pour maintenir la tige en équilibre est $m' = 10,5$ g.

2.1 Donner le nom de l'appareil de mesure du champ magnétique.

2.2 Etablir l'expression de B' en fonction de B.

2.3 Calculer la valeur du champ magnétique B'

3. On peut maintenir l'équilibre de la tige avec la même masse m, pour cela, il faut que le vecteur champ magnétique B' fasse un angle β avec la verticale (figure 3).

3.1 Enoncé la loi de Laplace.

3.2 Etablir la relation entre B, B' et β.

3.3 Calculer la valeur de l'angle β.

ENONCE LAP 05

Données : m = 2,5 g ; AB = l = 10 cm ; B = 50 mT ; GO = 15 cm ; g = 10 N/kg ; OC = 20 cm.

On construit sous le principe de la balance de Cotton, une balance comportant sur le fléau OG une tige AB de longueur AB = l, fixée en son centre d'inertie G et sur le fléau OC, un plateau portant une masse marquée m. La balance GC est mobile autour d'un axe passant par le point O, horizontal et perpendiculaire au plan de la figure.

1.On baigne la tige AB dans le champ magnétique $\vec{B}$ parallèle à la droite (GC) et perpendiculaire à la tige AB. Lorsqu'on fait passer un courant I délivré par un générateur dont les bornes sont reliées aux extrémités A et B de la tige, la balance demeure en équilibre.

1.1 Enoncer le principe d'inertie.

1.2 Donner le sens du courant qui parcourt la tige AB (A vers B ou B vers A).

1.3 Déterminer l'intensité I du courant délivré par le générateur.

2. L'intensité du courant I = 6,7A lorsqu'on dépose une autre masse $m' = 5,0$ g dans le plateau. La tige AB est baignée par un autre champ magnétique $\vec{B'}$, toujours perpendiculaire à la tige AB mais faisant un angle $\alpha = 30°$ vers le bas par rapport à la droite (GO). La balance est en équilibre.

2.1 Citer une autre application pratique de Laplace utilisant une bobine.

2.2 Etablir la condition d'équilibre de la balance en fonction de m', g, OG, OC, I, $\vec{B'}$ et α.

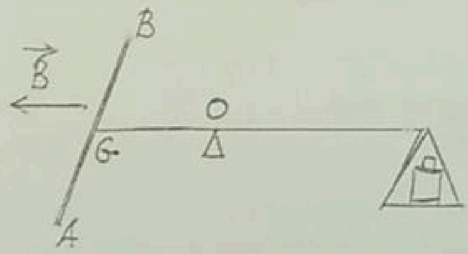
2.3 Calculer la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B'}$.

3. L'intensité du courant est toujours I = 6,7 A et $m' = 5,0$ g, le vecteur champ magnétique, toujours perpendiculaire à la tige AB fait maintenant un angle $\theta = 60°$ vers le haut avec la droite (GO).

3.1 Enoncer la loi de Laplace.

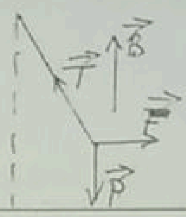
3.2 Donner la direction du vecteur force de Laplace par rapport à l'horizontale passant par (GO).

3.3 Déterminer la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B''}$. Conclure.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 08 : LOI DE LAPLACE

CORRIGÉ ÉNONCÉ LAP 01

1.1	Sens du courant de B vers C.
1.2	Représentation des forces appliquées sur BC : 
1.3	Angle d'inclinaison α : -Système étudié : conducteur Bc -Référentiel terrestre supposé galiléen -Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids de la tige BC), $\vec{T}$ (tension des côtés AB et CD), $\vec{F}$ (force de Laplace). Appliquons le principe d'inertie ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$ la projection sur les axes donne Tan $\alpha = \frac{I.L.B}{m.g}$; AN : α = 27°.
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 si sa vitesse est nulle.
2.2	Condition d'équilibre : D'après le principe d'inertie : Tan $\alpha' = \frac{I.B.l.\cos\theta}{m.g - I.B.l.\sin\theta}$.
2.3	AN : α' = 29°.
3.1	Un conducteur parcouru par un courant, placé dans un champ magnétique uniforme est soumis à la force électromagnétique appelée force de Laplace.
3.2	La balance de Cotton.
3.3	Angle d'inclinaison α'' : D'après le principe d'inertie : Tan $\alpha'' = \frac{I.B.l.\cos\theta}{m.g + I.B.\ \sin\theta}$; AN : α = 25°.

CORRIGÉ ÉNONCÉ LAP 02

1.1	Le champ magnétique se mesure à l'aide d'un tesla mètre.
1.2	Condition d'équilibre : D'après le théorème des moments : $\Sigma M_{\Delta} = 0$; $M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) = 0$ I.L.B.d = m.g.$\frac{4}{3}$.d alors 3.I.L.B = 4.m.g.
1.3	Norme du vecteur champ magnétique : $B = \frac{4.m.g}{3.I.L}$; AN : B = 0,053 T.
2.1	Un conducteur parcouru par un courant, placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme est soumis à une force électromagnétique appelée force de Laplace.
2.2	Condition d'équilibre : D'après le théorème des moments : $\Sigma M_{\Delta} = 0$; $M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) = 0$ I.L.B.d = (m + M).g.$\frac{4}{3}$.d alors 3.I.L.B = 4.(m + M).g.
2.3	Intensité du courant I : $I = \frac{4.(M+m).g}{3.L.B}$; AN : I = 15 A.
3.1	Autre dispositif : les rails de Laplace.

3.2	Le graphe m = f(I) est une droite passant par l'origine des axes, son équation est y = a.x avec y = m et I = x alors m = a.I et a = $\frac{\Delta m}{\Delta I}$ = 2,0.10^{-4} kg/A.
3.3	Norme du vecteur champ magnétique : $\frac{m}{I} = \frac{3.L.B}{4.g}$ = a alors B = $\frac{4.g.a}{3.L}$; AN : B = 0,053 T. Résultats identiques.

CORRIGÉ ÉNONCE LAP 03

1.1	Vecteur champ magnétique $\vec{B}$ entrant.
1.2	Bilan des forces : $\vec{P}$ (poids de la tige), $\vec{R}$ (réactions des supports sur les rails), $\vec{F}$ (force de Laplace)
1.3	Norme du vecteur champ magnétique : -Système étudié : tige MN -Référentiel terrestre supposé galiléen Appliquons le principe d'inertie ; $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$ la projection sur les axes donne I.L.B = m.g.sin θ alors B = $\frac{m.g.\sin\theta}{I.L}$; AN : B = 0,051 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 si sa vitesse est nulle.
2.2	Condition d'équilibre : D'après le principe d'inertie : m.g.sin θ + k.x = I.L.B.
2.3	Constante de raideur : K = $\frac{I.L.B - m.g.\sin\theta}{x}$; AN : k = 10 N/m.
3.1	Le vecteur force $\vec{F}$ fait un angle θ avec le plan incliné.
3.2	Condition d'équilibre : D'après le principe d'inertie : I.B.L.cos θ = k.x + m.g.sn θ.
3.3	Constante de raideur : K = $\frac{I.B.L.\cos\theta - m.g.\sin\theta}{x}$; AN : k = 10 N/m. résultat identique avec 2.3.

CORRIGÉ ÉNONCÉ LAP 04

1.1	$\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$.
1.2	$\vec{F}$ perpendiculaire à I$\vec{l}$ et horizontal vers la gauche ; I descend sur la tige.
1.3	P = T = F alors I.l.B = m.g soit I = $\frac{m.g}{l.B}$; AN : I = 4,9 A.
2.1	Appareil de mesure du champ magnétique : teslamètre.
2.2	Expression : $F' = m'$.g = I.l.B' or I.l.B = m.g soit $\frac{g}{I.l} = \frac{B}{m} = \frac{B'}{m'}$ d'où $B' = \frac{m'}{m}$.B.
2.3	AN : B' = 0,21 T.
3.1	Un conducteur parcouru par un courant, placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme est soumis à une force électromagnétique appelée force de Laplace.
3.2	On a : I.l.B = m.g et I.l.B'.cosβ = m.g soit I.l.B = I.l.B'.cosβ alors B = B'.cosβ.
3.3	AN : β = 18°.

CORRIGÉ ÉNONCÉ LAP 05

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 et demeure au repos si sa vitesse est nulle.
1.2	Le courant I va de B vers A.

1.3	Intensité du courant I : D'après le théorème des moments : $\Sigma M_\Delta = 0$; $M_\Delta(\vec{F}) + M_\Delta(\vec{P}) = 0$, on a : I.l.B.OG = m.g.OC, alors $I = \frac{m.g.OC}{I.B.OG}$; AN : I = 6,7 A.
2.1	Autre application : le haut-parleur.
2.2	Condition d'équilibre : D'après le théorème des moments : $I.l.B'.OG.\sin 30° = m'.g.OC$.
2.3	Norme du vecteur champ magnétique : $B' = \frac{m'.g.OC}{I.l.OG.\sin 30°}$; AN : $B' = 0{,}20$ T.
3.1	Un conducteur parcouru par un courant, placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme est soumis à une force électromagnétique appelée force de Laplace.
3.2	Le vecteur force $\vec{F}$ fait un angle de 30° avec la verticale.
3.3	Norme du vecteur champ magnétique : D'après le théorème des moments : $I.l.B''.OG.\sin 30° = m'.g.OC$. $B' = \frac{m'.g.OC}{I.l.OG.\sin 30°}$; AN : $B'' = 0{,}20$ T. $B' = B''$.

CHAPITRE 09 : INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

1.Mise en évidence du phénomène d'induction électromagnétique : Toute variation du flux magnétique à travers un circuit fermé s'accompagne de la production d'un courant induit dans le circuit.

2.Sens du courant induit : Loi de LENZ

Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

3.Force électromotrice induite

3.1Conventions et formule de Faraday.

-On choisit un sens positif pour orienter le vecteur surface ;

- Le flux magnétique à travers le circuit vaut $\phi = \vec{B}.\vec{S} = B.S.\cos\theta$.

3.2 Formule de Faraday : La f.é.m. induite moyenne est $e_m = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$.

La f.é.m. induite instantanée est $e = -\frac{d\phi}{dt}$ (e en Volts ; t en seconde ; ϕ en webers (Wb)). (Le signe moins traduit la loi de Lenz).

-Si ϕ augmente, $\frac{d\phi}{dt} > 0 \Rightarrow e < 0$, le courant induit s'oppose au sens positif choisi.

-Si ϕ diminue, $\frac{d\phi}{dt} < 0 \Rightarrow e > 0$, le courant induit circule dans le sens positif choisi.

3.2 Intensité du courant induit-tension en circuit ouvert

•Soit R, la résistance du circuit fermé où apparait la f.é.m. induite, d'après la loi de Pouillet :

$$\text{On a : } i = \frac{e}{R} = -\frac{1}{R}.\frac{d\phi}{dt}.$$

• En circuit ouvert : la tension aux bornes du circuit est $U_{AB} = -e$.

• Quantité d'électricité induite : $|Q| = \frac{|\Delta\phi|}{R}$.

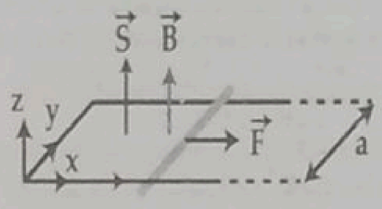
4Application de la formule de Faraday.

4.1Spire fixe dans un champ magnétique variable

-On choisit un sens positif pour orienter le vecteur surface,

-On exprime le champ magnétique en fonction du temps B(t) et ϕ(t) alors **e** = - $\frac{d\phi(t)}{dt}$; **i** = - $\frac{1}{R}.\frac{d\phi(t)}{dt}$.

4.2 Conducteur mobile sur les rails de Laplace.



-Vecteur surface $\vec{S}$ dans le sens positif ; -dϕ = $\vec{B}.d\vec{S}$ = B.ds (θ = 0) ; -ds = l.V.dt $\Rightarrow$ dϕ = B.V.l.dt

On a : e = - $\frac{d\phi}{dt}$ = - B.V.l.$\frac{dt}{dt}$ = - B.V.l d'où |e| = **B.V.l**

ENONCE INDUCTION. MAG 01

Pendant la séance des révisions, Karl et Jasper disposent au laboratoire de leur lycée, deux bobines et un résistor.

1.Karl dispose la bobine B_1 fermée sur le résistor R = 0,10 Ω. Pendant une durée Δt = 0,35 s, Jasper introduit la bobine B_2 alimentée par un générateur de courant réglable, dans la bobine B_1 de surface S_1= 50 cm^2. Les axes des deux bobines sont confondus. Le champ magnétique créé par la bobine B_2 pendant Δt vaut 0,20 T. Karl et Jasper recommande ton aide.

1.1 Enoncer la loi de Lenz.

1.2 Préciser l'inducteur et l'induit.

1.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait dans la bobine B_1.

2. La bobine B_2 est immobile à l'intérieur de la bobine B_1. Jasper diminue l'intensité du courant débitée par le générateur jusqu'à l'annulation de celui-ci.

2.1 Donner le sens du courant induit dans le résistor.

2.2 Préciser le sens et la direction du champ magnétique créé par le courant induit dans la bobine B_1.

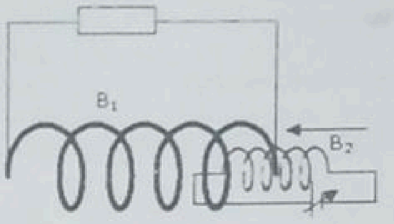
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit dans la bobine B_1.

3. Karl modifie les bornes du générateur et répète l'expérience de la question 1. Le flux magnétique à travers la bobine B_1 augmente jusqu'à la valeur ϕ = 50 mWb pendant Δt = 0,40 s.

3.1 Donner le sens du champ magnétique créé par la bobine B_2.

3.2 Préciser le sens du champ magnétique créé par le courant induit dans la bobine B_1.

3.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait dans la bobine B_1.



ENONCE INDUCTION. MAG 02

Céline et Tom, deux élèves de terminale S discutent après le cours. Tom dit qu'il est possible de mettre en évidence le phénomène d'induction en utilisant les rails de Laplace. Céline ne comprend pas.

Tu es invité pour dissiper le doute de Céline.

On dispose de deux rails conducteurs AB et CD, parallèles et de résistances négligeables, séparés par une distance $l = 20$ cm. Une tige métallique de masse négligeable, perpendiculaire aux rails, peut glisser sans frottement perpendiculairement aux rails.

La résistance de la tige vaut $r = 0{,}50\ \Omega$.

1.On relie les extrémités A et C des deux rails aux bornes d'un générateur de courant continu. On place l'ensemble dans un champ magnétique uniforme $B = 1{,}0$ T. La tige se déplace de A vers B. L'intensité du courant délivré par le générateur vaut $I = 3{,}5$ A.

1.1 Enoncer la loi de Laplace.

1.2 Préciser le sens du champ magnétique $\vec{B}$.

1.3 Déterminer la norme de la force de Laplace.

2. On enlève le générateur en le remplaçant par un fil conducteur puis on déplace la tige MN de A vers B à une vitesse constante $V = 10$ m/s. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est ascendant et perpendiculaire au plan des rails.

2.1 Choisir l'orientation du vecteur surface $\vec{S}$.

2.2 Préciser le sens du courant induit sur la tige.

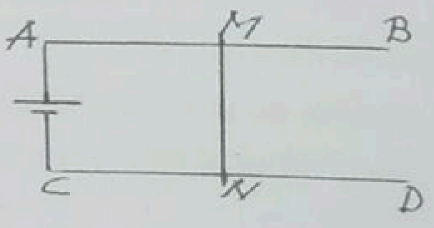
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait sur la tige.

3. On incline les rails en soulevant les extrémités B et D d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant vertical ascendant. La tige glisse vers le bas, de B vers A d'une vitesse constante $V = 2{,}0$ m/s.

3.1 Enoncer la loi de Lenz.

3.2 Donner le sens du courant induit qui apparait sur la tige.

3.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui traverse la tige.



ENONCE INDUCTION. MAG 03

Tati, un élève de terminale S, ne comprend pas les effets magnétiques subis par une bobine placée à l'intérieur d'un solénoïde parcouru par un courant. Il t'invite à lui expliciter ce phénomène et à représenter les variations, en fonction du temps, de l'intensité du courant qui traverse la bobine et la force électromotrice qui apparait à ses bornes.

1.Un solénoïde comportant n = 1000 spires par mètre est alimenté sous une tension périodique telle que l'intensité i du courant qui le parcourt varie en fonction du temps comme l'indique la figure (a). Une petite bobine plate comportant N = 40 spires, de surface S = 4,0 cm^2, est placée à l'intérieur du solénoïde, les deux axes étant confondus (figure (b)) ; les bornes PQ de la bobine sont ouvertes.

1.1 Nommer le phénomène observé au sein de la bobine plate.

1.2 Schématiser le vecteur champ magnétique créé au centre de la bobine par le solénoïde en précisant le sens du courant dans le solénoïde.

1.3 Déterminer la valeur du champ magnétique créé par le solénoïde au centre de la bobine en fonction de i.

2. L'intensité du courant variant selon i(t) donnée par la courbe (a).

2.1 Préciser ce qu'indique la loi de Lenz.

2.2 Expliquer ce qui se passe dans la bobine plate lorsque l'intensité du courant est entrain de croître puis lorsque l'intensité du courant est entrain de décroître.

2.3 Déterminer les expressions de l'intensité du courant i(t) dans le solénoïde, dans les intervalles [0 ; 10^{-2}s] et [10^{-2}s ; 2.10^{-2}s].

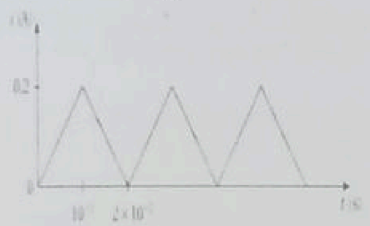
3. Représentation de la tension aux bornes de la bobine plate.

3.1 Préciser ce traduit la loi de Faraday-Lenz.

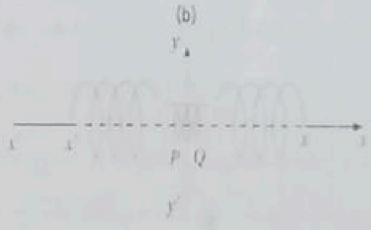
3.2 Calculer la valeur de la force électromotrice e qui apparait aux bornes de la bobine plate dans chacun des deux intervalles précédents.

3.3 Représenter, sur le même graphique, les variations de l'intensité i(t) et de la tension aux bornes de la bobine plate.

(a)



(b)



ENONCE INDUCTION. MAG 04

Données : M = 2,0 mg ; g = 10 N/kg ; R = 2,0 Ω ; B = 1,0 T ; l = 10 cm.

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.Une tige de masse m, de longueur L de résistance R, peut se déplacer perpendiculairement sur deux rails horizontaux sans frottement. Un fil de masse négligeable, relié à un solide de masse M, passant par la gorge d'une poulie est fixé au milieu de la tige. On place la tige dans un champ magnétique $\vec{B}$ vertical ascendant. Le solide entraine la tige à vitesse constante lorsqu'on l'abandonne sans vitesse initiale.

1.1 Nommer le phénomène auquel est soumis la tige.

1.2 Justifier l'apparition d'un courant induit sur la tige. Préciser son sens.

1.3 Déterminer la vitesse à laquelle la tige a été déplacé.

2. Lorsque la tige arrive aux extrémités C et D des rails, on coupe le fil et on incline les rails d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale. La tige rebrousse chemin et glisse à la vitesse constante V = 2,0 m/s. Le vecteur champ magnétique est toujours vertical ascendant.

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Donner le sens du courant induit sur la tige.

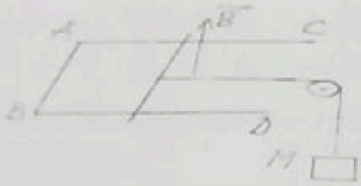
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait sur la tige.

3. On reprend l'expérience de la question 2 mais le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant perpendiculaire au plan des rails et ascendant.

3.1 Nommer le circuit induit et l'inducteur.

3.2 Préciser le sens et la direction de la force électromagnétique induite qui s'applique sur la tige.

3.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui circule sur la tige.



ENONCE INDUCTION.MAG 05

Donnée : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

Pour consolider ses acquis, un élève de terminale S se propose de mettre en évidence le phénomène d'induction électromagnétique dans le laboratoire de son lycée. Il sollicite ton assistance.

1.À proximité d'un solénoïde (S) comportant N = 1500 spires de section S = 200 cm^2, l'élève place une petite bobine (b) comportant n = 800 spires/m, traversée par un courant continu I = 150 mA délivré par un générateur.

Il rapproche la bobine (b) du solénoïde (S) pendant une durée Δt = 0,020 s.

1.1 Définir l'induction électromagnétique.

1.2 Justifier le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B_i}$ créé au centre du solénoïde (S).

1.3 Déterminer la tension u_{AB} aux bornes du solénoïde (S).

2. Il éloigne la bobine (b) du solénoïde pendant la même durée $\Delta t = 0,020$ s.

2.1 Nommer le circuit induit et l'inducteur.

1.Une tige de masse m, de longueur l, de résistance R, peut se déplacer perpendiculairement sur deux rails horizontaux sans frottement. Un fil de masse négligeable, relié à un solide de masse M, passant par la gorge d'une poulie est fixé au milieu de la tige. On place la tige dans un champ magnétique $\vec{B}$ vertical ascendant, Le solide entraine la tige à vitesse constante lorsqu'on l'abandonne sans vitesse initiale.

1.1 Nommer le phénomène auquel est soumis la tige.

1.2 Justifier l'apparition d'un courant induit sur la tige. Préciser son sens.

1.3 Déterminer la vitesse à laquelle la tige a été déplacé.

2. Lorsque la tige arrive aux extrémités C et D des rails, on coupe le fil et on incline les rails d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale. La tige rebrousse chemin et glisse à la vitesse constante V = 2,0 m/s. Le vecteur champ magnétique est toujours vertical ascendant.

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Donner le sens du courant induit sur la tige.

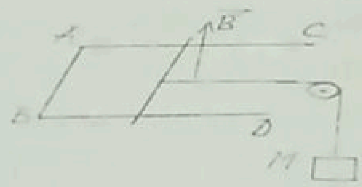
2.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui apparait sur la tige.

3. On reprend l'expérience de la question 2 mais le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est maintenant perpendiculaire au plan des rails et ascendant.

3.1 Nommer le circuit induit et l'inducteur.

3.2 Préciser le sens et la direction de la force électromagnétique induite qui s'applique sur la tige.

3.3 Déterminer l'intensité du courant induit qui circule sur la tige.



ENONCE INDUCTION.MAG 05

Donnée : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

Pour consolider ses acquis, un élève de terminale S se propose de mettre en évidence le phénomène d'induction électromagnétique dans le laboratoire de son lycée. Il sollicite ton assistance.

1.À proximité d'un solénoïde (S) comportant N = 1500 spires de section S = 200 cm^2, l'élève place une petite bobine (b) comportant n = 800 spires/m, traversée par un courant continu I = 150 mA délivré par un générateur.

Il rapproche la bobine (b) du solénoïde (S) pendant une durée Δt = 0,020 s.

1.1 Définir l'induction électromagnétique.
1.2 Justifier le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B_i}$ créé au centre du solénoïde (S).
1.3 Déterminer la tension u_{AB} aux bornes du solénoïde (S).

2. Il éloigne la bobine (b) du solénoïde pendant la même durée $\Delta t = 0,020$ s.

2.1 Nommer le circuit induit et l'inducteur.

2.2 Justifier l'apparition d'une force électromotrice aux bornes A et B du solénoïde (S). Donner le sens du courant si un voltmètre était branché à ses bornes.

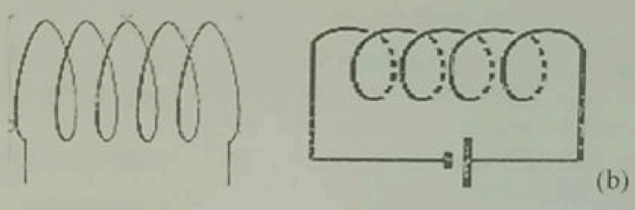
2.3 Déterminer la tension u_{AB} aux bornes du solénoïde (S).

3. Un dispositif oscillatoire permet à l'élève de rapprocher et d'éloigner la bobine (b) de l'extrémité du solénoïde (S) pendant des durées Δt = 0,020 s.

3.1 Définir une tension alternative.

3.2 Expliquer le phénomène qui apparait dans le solénoïde (S).

3.3 Déterminer la quantité d'électricité qui traverserait la section du fil conducteur du solénoïde si les bornes de celui-ci étaient reliées à un milliampèremètre sachant que sa résistance est R = 10,0 Ω.



CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 09 : INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

Corrigé Enoncé INDUCTION.MAG 01

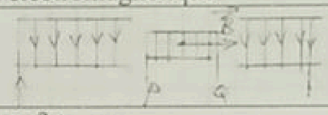
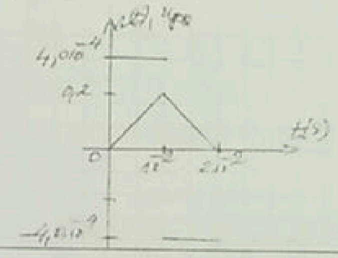
1.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
1.2	L'inducteur est la bobine B_2 et le circuit induit est la bobine B_1.
1.3	Intensité du courant induit : On a : e = - $\frac{d\phi}{dt}$ or $\phi = B.S_1$ et i = $\frac{\lvert e\rvert}{R}$: soit i = $\frac{S_1}{R}.\frac{\Delta B}{\Delta t}$; AN : i = 29 mA.
2.1	Le sens du courant induit dans le résistor va de la gauche vers la droite.
2.2	Le champ magnétique $\vec{B_i}$ a même sens et même direction que $\vec{B_2}$.
2.3	Intensité du courant induit dans B_1 : On a : i = $\frac{S_1}{R}.\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0,0050.\lvert 0-0,20\rvert}{0,10X0,35}$ = 29 mA.
3.1	Le vecteur champ magnétique $\vec{B_2}$ va de la droite vers la gauche.
3.2	Le vecteur champ magnétique $\vec{B_i}$ va de la gauche vers la droite opposée à $\vec{B_2}$
3.3	Intensité du courant induit dans B_1 : e = - $\frac{d\phi}{dt}$ et i = $\frac{\lvert e\rvert}{R}$; soit i = $\frac{1}{R}.\frac{\Delta B}{\Delta t}$; AN : i = 1,25 A.

Corrigé Enoncé INDUCTION.MAG 02

1.1	Une portion de conducteur de longueur l parcouru par un courant d'intensité I et placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ est soumise à une force électromagnétique $\vec{F}$ dite force de Laplace, telle que : $\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$.
1.2	Le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est entrant.
1.3	Norme de la force de Laplace : F = I.l.B ; AN : F = 0,70 N.
2.1	Le vecteur surface orienté dans le même sens que $\vec{B}$.
2.2	Le courant induit va de M vers N opposé au sens choisi du vecteur surface.
2.3	Intensité du courant induit : e = - $\frac{d\phi}{dt}$ or ϕ = B.S ; dϕ = B.dS = B.l.dx, soit e = - B.V.l or i = $\frac{\lvert e\rvert}{r} = \frac{B.V.l}{r}$; AN : i = 4,0 A.

3.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
3.2	Le courant induit va de N vers M.
3.3	Intensité du courant induit : $\Phi = \vec{B}.\vec{S}$ = B.S.cosα ; e = - B.cosα.$\frac{dS}{dt}$ = - B.cosα.l.$\frac{dx}{dt}$ = -B.l.V.cosα ; le vecteur surface dans le sens de $\vec{B}$; i = $\frac{B.V.l}{r}$.cosα ; AN : i = 0,69 A.

Corrigé Enoncé INDUCTION.MAG 03

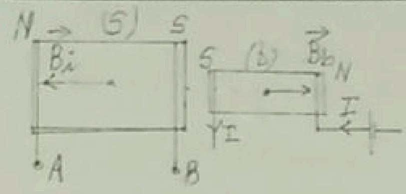
1.1	Phénomène d'induction électromagnétique.
1.2	
1.3	B = μ_0.n.i soit B = $1,3.10^{-3}$.i
2.1	La loi de Lenz indique le sens du courant induit.
2.2	-Lorsque i croît, le flux magnétique à travers la bobine augmente, il apparaît une f.é.m induite qui se matérialise par une tension aux bornes de P et Q. -Lorsque i décroît, le flux à travers la bobine diminue, il apparait une f.é.m induite se matérialisant par une tension aux bornes de P et Q.
2.3	Expression de i(t) : Pour t $\in [0 ; 10^{-2}\ s]$ i(t) = 20.t et pour t $\in [10^{-2}\ s;\ 2.10^{-2}\ s]$ i(t) = - 20.t + 0,40.
3.1	La formule de Faraday traduit la f.é.m induite.
3.2	Φ = N.B.S = $4.\pi.10^{-4}$.N.S.i or e = - $\frac{d\Phi}{dt}$ et U_{PQ} = - e e_1 = - $80.\pi.10^{-4}$.N.S = - $4,0.10^{-4}$ V soit U_{PQ} = $4,0.10^{-4}$ V et e_1 = $4,0.10^{-4}$ V soit U_{PQ} = - $4,0.10^{-4}$ V
3.3	Courbes i(t) et U_{PQ} : 

Corrigé énoncé INDUCTION.MAG 04

1.1	La tige est soumise au phénomène d'induction électromagnétique.
1.2	Lorsque la tige se déplace à la vitesse constante V, la surface balayée augmente et fait varier le flux magnétique qui provoque l'apparition d'un courant induit sur la tige.
1.3	Vitesse de déplacement de la tige : F_i = T = M.g ; i.l.B = M.g or i = $\frac{\lvert e\rvert}{R}$ et e = - $\frac{d\phi}{dt}$ = - B.V.l soit V = $\frac{M.g.R}{B^2.l^2}$; AN : V = 4,0 m/s.
2.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
2.2	Le courant induit monte de la tige en circulant de A vers B.
2.3	Intensité du courant induit : Vecteur surface dans le sens de $\vec{B}$; e = - $\frac{d\phi}{dt}$, $\phi = \vec{B}.\vec{S}$ = B.S.cosα ; dϕ = B.l.cosα.dx Alors i = $\frac{B.V.l}{R}$.cosα ; AN : i = 0,094 A.
3.1	Le circuit induit est la tige et l'inducteur est le dispositif qui coupe le fil.
3.2	$\vec{F_i}$ perpendiculaire à la tige et parallèle au plan des rails et va de A vers C.
3.3	Intensité du courant :

	On a : e = - $\frac{d\phi}{dt}$, $\varphi = \vec{B}.\vec{S}$ = B.S alors dφ = B.dS = B.l.dx et e = - B.V.l ; le vecteur surface dans le sens du champ magnétique $\vec{B}$. i = $\frac{\|e\|}{R} = \frac{B.V.l}{R}$; AN : i = 0,10 A.

Corrigé Enoncé INDUCTION.MAG 05

1.1	Phénomène physique conduisant à l'apparition d'une force électromotrice dans un conducteur électrique soumis à un flux de champ magnétique variable.
1.2	 Le flux magnétique créé par $\vec{B}_b$ augmente à travers le solénoïde (S). il apparait un courant induit qui crée $\vec{B}_i$ qui s'oppose à l'augmentation du flux ; le courant induit se transforme en une force électromotrice aux bornes A et B car ouvertes.
1.3	Tension u_{AB} : u_{AB} = - e or e = - $\frac{d\phi}{dt}$ et ϕ = N.B.S = N.μ_0.n.I.S = 4,5.10^{-3} Wb ; e = - $\frac{\phi - 0}{\Delta t}$; AN : u_{AB} = 0,23V.
2.1	Circuit induit : le solénoïde (S) et l'inducteur : bobine (b).
2.2	En éloignant la bobine (b), le flux du champ magnétique créé par $\vec{B}_b$ diminue à travers (S), il apparait une force électromotrice créée par $\vec{B}_i$ qui s'oppose à la diminution du flux dans (S). Le sens du courant sortirait de la borne B.
2.3	Tension U_{AB} : U_{AB} = - e = - 0,23 V.
3.1	C'est une tension variable qui prend alternativement des valeurs positives puis négatives.
3.2	Le mouvement oscillatoire dû à l'augmentation et la diminution du flux créé par $\vec{B}_b$ à travers (S) crée une force électromotrice alternative ; une tension alternative apparait alors aux bornes A et B car u_{AB} = - e.
3.3	Quantité d'électricité : $Q = \frac{\|\Delta\phi\|}{\Delta t}$; AN : Q = 4,5.10^{-4} C.

CHAPITRE 10 : AUTO-INDUCTION

I.PHÉNOMÈNE D'AUTO-INDUCTION

1. Définition : Une bobine placée dans un circuit s'oppose à l'établissement et à l'annulation du courant : c'est le phénomène d'auto-induction.

L'intensité du courant qui traverse la bobine n'est jamais discontinue.

II.FORCE ELECTROMOTRICE D'AUTO-INDUCTION

1.Inductance d'une bobine

- Le flux propre ϕ est le flux du champ magnétique engendré par le courant i à travers la bobine.

  ϕ_P = L.i, L > 0 est l'inductance de la bobine (unité : Henry (H)).

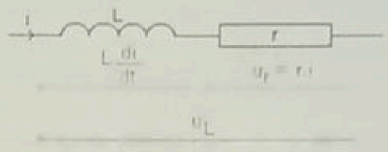
ϕ_P = N.B.S or B = $\mu_0 \frac{N}{l}$.i alors $\phi_P = \mu_0.\frac{N^2}{l}$.S.i et ϕ_P = L.i **d'où L = $\mu_0.\frac{N^2}{l}$.S avec S = $\pi.R^2$.**

2.Force électromotrice d'auto-induction : Loi de Lenz

Le phénomène d'auto-induction est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

Loi de Lenz-Faraday : $e = -\frac{d\phi}{dt}$, soit $e = - L.\frac{di}{dt}$.

3.Tension aux bornes d'une bobine



$U_L = r.i - e = r.i + L\frac{di}{dt}$ Avec r la résistance interne de la bobine.

Remarques : -Pour une bobine d'inductance pure r = 0, $U_L = - e = L.\frac{di}{dt}$.

- En régime permanent i = constante, $\frac{di}{dt} = 0$ alors $U_L = r.i$, la bobine se comporte comme un conducteur ohmique.

L'auto-inductance ne se manifeste qu'en régime variable.

III.ENERGIE EMMAGASINÉE DANS UNE BOBINE

$P = u.i = (r.i + L\frac{di}{dt}).i = r.i^2 + L.i.\frac{di}{dt}$ par suite $P = P_J + P_m$ donc $P_m = L.i.\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}L.i^2) = \frac{dE}{dt}$ Par analogie, $E_m = \frac{1}{2}L.i^2$.

-Lorsque le courant s'établit, la bobine emmagasine de l'énergie $E_m = \frac{1}{2}L.i^2$: ceci crée un retard à l'établissement du courant.

-Quand il y a rupture du courant, la bobine restitue l'énergie emmagasinée : ceci entraine un retard à l'annulation du courant.

ENONCE AUTO-INDUCTION 01

Les plaques à cuissons électriques et le freinage par induction des camions fonctionnent sous le principe du phénomène d'auto-induction. Votre professeur vous propose cet énoncé qui illustre ce phénomène.

1.Une inductance pure L = 0,50 H est branchée en série avec un conducteur ohmique de résistance variable et une résistance de protection. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (Figure 1).

1.1 Nommer le phénomène observé dans la bobine.

1.2 Expliquer brièvement le phénomène auquel est siège la bobine lorsqu'on fait varier la résistance R.

1.3 Ecrire les expressions donnant U_1 et U_2 en fonction de R, i et L, i et t.

2. La figure 2, reproduit l'oscillogramme des tensions visualisées U_1 et U_2 à l'oscilloscope.

2.1 Donner la propriété d'une bobine placée dans un circuit.

2.2 Etablir la relation U_2 en fonction de U_1, L, R et t.

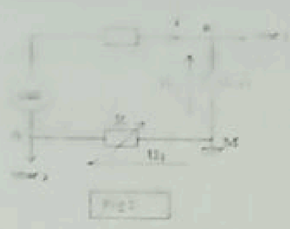
2.3 Justifier l'allure de la tension schématisée en créneaux aux bornes de la bobine.

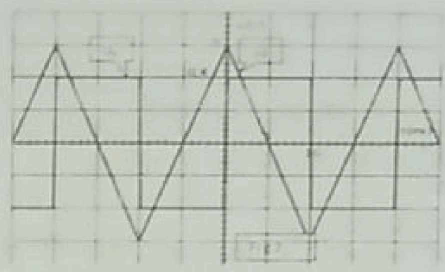
3. L'allure de l'oscillogramme est obtenue pour une valeur de la résistance donnée.

3.1 Enoncer la loi de Lenz.

3.2 Calculer les valeurs des tensions $\frac{dU_1}{dt}$ et U_2 sur une demi-période.

3.3 Calculer la valeur de la résistance R fixée.





ENONCE AUTO-INDUCTION 02

Donnée : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.

L'auto-induction est un cas particulier du phénomène d'induction où un circuit électrique est à la fois inducteur et induit. Il a pour effets de retarder les variations du courant à l'origine de l'apparition d'une force électromotrice.

1.Un solénoïde de résistance négligeable, de longueur l = 2,0 m comportant 1000 spires de rayon r = 5,0 cm est traversé par un courant d'intensité I = 2,0 A.

1.1 Définir l'auto-induction.

1.2 Sur un schéma, donner la direction et le sens du vecteur champ magnétique créé au centre du solénoïde en indiquant le sens du courant ainsi que le vecteur champ magnétique induit.

1.3 Déterminer la valeur de l'inductance L.

2. Le solénoïde est maintenant traversé par un courant variable (figure). On suppose que l'inductance du solénoïde est L = 5,0 mH.

2.1 Nommer le phénomène dont est siège le solénoïde.

2.2 Préciser les intervalles dans lesquels ce phénomène se produit.

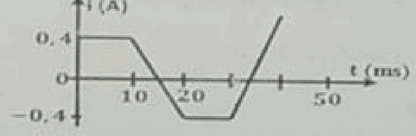
2.3 Déterminer la force électromotrice dans les intervalles où l'intensité du courant varie.

3. Le phénomène d'auto-induction ne se produit qu'en régime de courant variable transitoire au cours duquel le solénoïde emmagasine de l'énergie.

3.1 Donner l'expression de l'énergie emmagasinée par le solénoïde.

3.2 Expliquer le retard à l'établissement et à l'annulation du courant dans le solénoïde en fonction de l'énergie emmagasinée dans la bobine.

3.3 Calculer l'énergie emmagasinée dans la bobine sur l'intervalle [0 ; 10 ms].



ENONCE AUTO-INDUCTION 03

L'auto-induction est la propriété électromagnétique remarquable qu'a un conducteur parcouru par un courant électrique de s'opposer aux variations de celui-ci.

Par une série d'expériences réalisées au labo par un groupe d'élèves sous la supervision de leur enseignant, le groupe se propose de déterminer l'inductance d'une bobine trouvée dans un poste radio.

1.Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable est reliée à un microampèremètre. On rapproche l'aimant vers la bobine (figures).

1.1 Nommer le phénomène observé dans la bobine.

1.2 Préciser l'inducteur et l'induit.

1.3 Trouver le sens du courant induit dans la bobine.

2. La bobine précédente est branchée en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 1,0 KΩ, aux bornes d'un générateur basse fréquence qui délivre une tension triangulaire alternative.

On visualise la tension U_{AB} sur la voie Y_A et la tension U_{CB} sur la voie Y_B sur l'écran d'un oscilloscope bi-courbe. Soit i(t) l'intensité du courant qui traverse le circuit.

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Justifier, sans calcul, que la bobine est le siège d'un phénomène d'auto-induction.

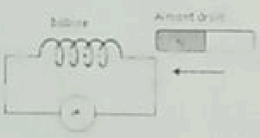
2.3 Démontrer que la tension aux bornes de la bobine est $U_{AB} = -\frac{L}{R}.\frac{dU_{CB}}{dt}$.

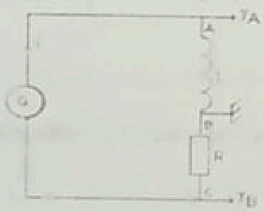
3. Les sensibilités verticales sont telles que : sur la voie Y_A : 2,0 V par division (courbe en créneaux) et sur la voie Y_B : 0,20 V par division (courbe en triangle).

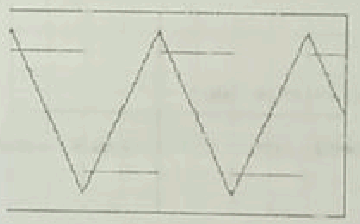
3.1 Définir l'auto-induction.

3.2 Déterminer les tensions U_{AB} et $\frac{dU_{CB}}{dt}$ pendant la première demi-période (1 division vaut 10 ms).

3.3 Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.







ENONCE AUTO-INDUCTION 04

Aux bornes d'un générateur, on branche en série un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. Les tensions U_1 et U_2 respectivement aux bornes de la résistance et aux bornes de la bobine sont appliquées aux des deux voies d'un oscilloscope. On obtient sur l'écran les oscillogrammes ci-dessous.

Les réglages de l'oscilloscope sont : -Base de temps : 1,0 ms par division ; Voie 1 = courbe 1: 0,50 V par division ; Voie 2 = courbe 2 : 1,0 V par division.

1.1Nommer le phénomène observé aux bornes de la bobine.

1.2 Préciser la courbe qui correspond à la tension U_1.

1.3 Déterminer $\frac{dU_1}{dt}$ sur l'intervalle [0, 1 ms].

2. Au cours du phénomène, la tension aux bornes de la bobine est discontinue.

2.1 Donner la propriété d'une bobine placée dans un circuit traversé par un courant variable.

2.2 Préciser la courbe qui correspond à la tension U_2 aux bornes de la bobine.

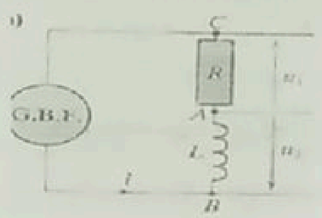
2.3 Calculer la tension U_2 sur l'intervalle [0, 1 ms].

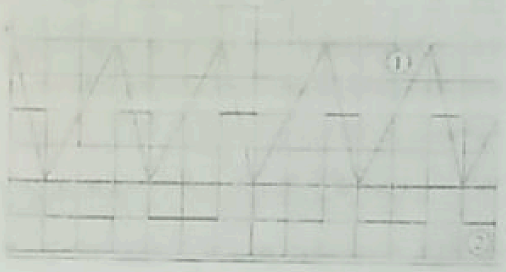
3. Une inductance pure est une bobine de résistance nulle caractérisée par le coefficient d'auto-inductance L.

3.1 Définir l'auto-inductance.

3.2 Montrer que $U_2 = -\frac{L}{R}\frac{dU_1}{dt}$.

3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.





ENONCE AUTO-INDUCTION 05

Le retard mis par certaines lampes fluorescentes à s'allumer normalement est dû au phénomène d'auto-induction dans les bobines du circuit de celles-ci.

1. Afin d'étudier l'établissement du courant dans le circuit, on réalise un circuit contenant une bobine d'inductance L, de résistance négligeable en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω aux bornes d'un générateur basse fréquence. Grace au système d'acquisition informatisé, on enregistre simultanément sur la voie 1 l'évolution de la tension $U_R(t) = -2.10^3 t$ et sur la voie 2 la tension $U_L = 2,0$ V.

1.1 Définir l'auto-inductance.

1.2 Schématiser le circuit et les voies à réaliser aux bornes de l'oscilloscope.

1.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.

2. L'intensité du courant dans la bobine varie selon la loi i(t) = - 10t + 0,10. On supposera que l'inductance de la bobine est L = 0,10 H.

2.1 Enoncer la loi de Lenz.

2.2 Donner l'influence de la bobine sur l'établissement du courant.

2.3 Déterminer la force électromotrice induite qui apparait aux bornes de la bobine.

3. Au cours de l'établissement du courant, la bobine emmagasine de l'énergie.

3.1 Donner la forme sous laquelle cette énergie est emmagasinée.

3.2 Donner une interprétation énergétique lors de l'établissement et l'annulation du courant dans la bobine.

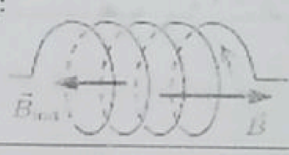
3.3 Déterminer l'énergie emmagasinée dans la bobine lorsque I = 20 mA.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 10 : AUTO-INDUCTION

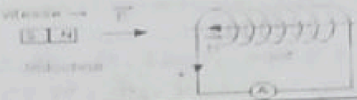
Corrigé Enoncé AUTO-IND 01

1.1	Il se produit un phénomène d'auto-induction.
1.2	Lorsqu'on fait varier la résistance, l'intensité du courant du courant électrique varie et génère un champ magnétique, le flux du champ magnétique varie à travers la bobine, il apparait dans le circuit une force électromotrice. La force électromotrice ainsi créée est orientée de façon à générer un courant s'opposant à la variation du flux.
1.3	U_1 = -R.i ; U_2 = L.$\frac{di}{dt}$.
2.1	Une bobine placée dans un circuit s'oppose à l'établissement et à l'annulation du courant dans un circuit.
2.2	Expression de la tension U_2 : On a : i = - $\frac{U_1}{R}$ ⇒ U_2 = - $\frac{L}{R}.\frac{dU_1}{dt}$.
2.3	-Lorsque la tension aux bornes de R augmente $\frac{dU_1}{dt} > 0$, la tension aux bornes de la bobine reste constante et négative ; -Lorsque la tension aux bornes de R diminue $\frac{dU_1}{dt} < 0$, la tension aux bornes de la bobine reste constante et positive.
3.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
3.2	Valeurs des tensions : $\frac{dU_1}{dt}$ = - $\frac{6}{0{,}01}$ = - 600 V/s ; U_2 = 0,40 V.
3.3	Valeur de la résistance R : R = - $\frac{L}{U_2}.\frac{U_1}{dt}$; AN : R = 750 Ω.

Corrigé Enoncé AUTO-IND 02

1.1	On parle d'auto-induction lorsque la source du champ magnétique à l'origine d'une force électromotrice dans un circuit est le courant parcouru par le même courant.
1.2	Vecteurs champ magnétique $\vec{B}_S$ et $\vec{B}_i$: 
1.3	Valeur de l'inductance L : Φ = L.I ; ϕ = N.B.S = $\mu_0.\frac{N^2}{l}$.S.I alors L = $\mu_0.\frac{N^2}{l}$.S avec S = π.R^2 ; AN : L = 4,9 mH.
2.1	Le solénoïde est siège d'un phénomène d'auto-induction.
2.2	Intervalles de phénomène d'auto-induction : [10 ms, 20 ms] et [30 ms, 40 ms].
2.3	Force électromotrice : e = - L.$\frac{di}{dt}$; sur [10 ms, 20 ms], e_1 = 0,40 V et sur [30 ms, 40 ms], e_2 = - 0,40 V.
3.1	Energie électromagnétique : $E_m = \frac{1}{2}$.L.I^2.
3.2	-Lorsque le courant s'établit, la bobine emmagasine de l'énergie : ceci crée un retard à l'établissement du courant. -Quand il y a rupture du courant, la bobine restitue l'énergie emmagasinée : ceci entraine un retard à l'annulation du courant.
3.3	Energie emmagasinée : $E_m = \frac{1}{2}.(5.10^{-3})X(0{,}40)^2 = 4{,}0.10^{-4}$ J.

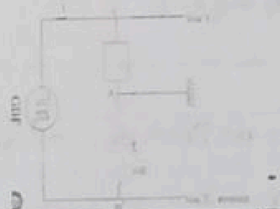
Corrigé Enoncé AUTO-IND 03

1.1	Il se produit un phénomène d'auto-induction.
1.2	L'inducteur est l'aimant et l'induit est la bobine.
1.3	Sens du courant induit : 
2.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
2.2	Lorsqu'on approche l'aimant, le flux du champ magnétique à travers la bobine varie, il apparait une force électromotrice dans la bobine. La force électromotrice ainsi créée est orientée de façon à générer des courants s'opposant à la variation du flux magnétique.
2.3	$U_{AB} = L.\frac{di}{dt}$ et $U_{CB} = - R.i \Rightarrow i = -\frac{U_{CB}}{R}$ alors $U_{AB} = -\frac{L}{R}.\frac{dU_{CB}}{dt}$.
3.1	On parle d'auto-induction lorsque la source du champ magnétique à l'origine d'une force électromotrice dans un circuit est le courant parcouru par le même courant.
3.2	$U_{AB} = 0{,}60$ V ; $\frac{dU_{CB}}{dt} = \frac{-16}{0{,}010} = -1600$ V/s.
3.3	Valeur de l'inductance L : $L = -\frac{R.U_{AB}}{\frac{dU_{CB}}{dt}}$; AN : L = 0,38 H.

Corrigé Enoncé AUTO-IND 04

1.1	Il s'agit d'un phénomène d'auto-induction.
1.2	La tension U_1 correspond à la courbe (1).
1.3	On a : $\frac{dU_1}{dt} = \frac{0-4}{10^{-3}} = -4000$ V/s.
2.1	Une bobine placée dans un circuit s'oppose à la l'établissement et à l'annulation du courant.
2.2	La courbe (2) correspond à al tension U_2.
2.3	Tension U_2 : $U_2 = 2X1 = 2{,}0$ V.
3.1	On parle d'auto-induction lorsque la source du champ magnétique à l'origine d'une force électromotrice dans un circuit est le courant parcouru par le même courant.
3.2	$U_1 = -R.i$ et $U_2 = L.\frac{di}{dt}$; $i = -\frac{U_1}{R} \Rightarrow U_2 = -\frac{L}{R}.\frac{dU_1}{dt}$.
3.3	Inductance L de la bobine : $L = -\frac{R.U_2}{\frac{dU_1}{dt}}$; AN : L = 0,050 H.

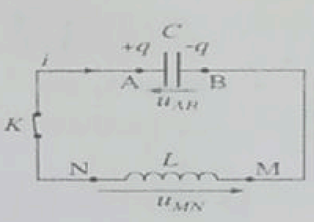
Corrigé Enoncé AUTO-IND 05

1.1	On parle d'auto-induction lorsque la source du champ magnétique à l'origine d'une force électromotrice dans un circuit est le courant parcouru par le même courant.
1.2	Schéma : 
1.3	Inductance L : $U_R = -R.i$; $U_L = L.\frac{di}{dt}$ et $i = -\frac{U_R}{R}$ soit $U_L = -\frac{L}{R}.\frac{dU_R}{dt}$ soit $L = -\frac{R.U_L}{\frac{dU_R}{dt}}$; AN : L = 0,10 H.
2.1	Le sens du courant induit est tel que par ses effets il s'oppose à la cause qui lui donne

	naissance.
2.2	La bobine s'oppose à l'établissement du courant dans le circuit.
2.3	F.é.m induite : e = - L.$\frac{di}{dt}$; AN : e = - 0,10.(-10) ⇒ e = 1,0 V.
3.1	L'énergie dans la bobine est emmagasinée sous forme électromagnétique.
3.2	Interprétation : -Lorsque le courant s'établit, la bobine emmagasine de l'énergie : ceci crée un retard à l'établissement du courant. -Quand il y a rupture du courant, la bobine restitue l'énergie emmagasinée : ceci entraine un retard à l'annulation du courant.
3.3	Energie emmagasinée : $E_m = \frac{1}{2}.L.i^2$; AN : $E_m = 2{,}0.10^{-5}$ J.

CHAPITRE 11 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

I.DECHARGE D'UN CONDENSATEUR DANS UNE INDUCTANCE PURE.



I.1 Equation différentielle

$U_C + U_L = 0$, i = $\frac{dq}{dt} > 0$

on a : $U_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{d}{dt}(\frac{dq}{dt}) \Rightarrow U_L = L.\frac{d^2q}{dt^2}$ et $U_C = \frac{q}{C}$ on obtient $\mathbf{L.\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}q = 0}$ ($\ddot{q} + \frac{1}{L.C}$**q = 0**) ou $\frac{d^2U_C}{dt^2} + \frac{1}{L.C}U_C = 0$.

I.2 Solution de l'équation différentielle : Cette équation différentielle admet une solution de la forme **q(t) =** $\boldsymbol{Q_{max}.\cos(\omega_0 t + \varphi)}$, avec $\boldsymbol{\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L.C}}}$: pulsation propre du circuit LC.

La période propre du circuit est : $T_0 = \frac{2.\pi}{\omega_0}$; soit $\boldsymbol{T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}}$.

I.3 Expression de l'intensité du courant

On a : **i(t) =** $\frac{dq}{dt}$ **=** $\boldsymbol{- \omega_0.Q_{max}.\sin(\omega_0 t + \varphi) = I_m.\cos(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2})}$ **avec** $\boldsymbol{I_m = \omega_0.Q_{max} = C.U_{max}.\omega_0}$.

I.4 Charge maximale et phase à l'origine

Exemple : à t = 0, q(0) = Q_{max} ⇒ q(0) = $Q_{max}\cos\varphi$; $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ donc q(t) = $Q_{max}.\cos(\omega_0 t)$.

II.ETUDE ÉNERGÉTIQUE

À un instant quelconque t, l'énergie emmagasinée :

-Dans le condensateur est $E_e = \frac{1}{2}C.U^2 = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}.\frac{Q_m^2}{C}.\cos^2\omega_0 t$ soit $\boldsymbol{E_e = \frac{1}{4}\frac{Q_m^2}{C}(1 + \cos 2\omega_0 t)}$ **: Energie électrostatique.**

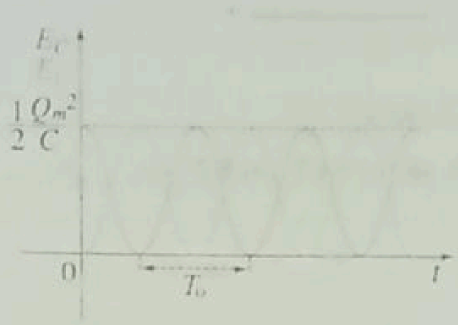
-Dans la bobine est $E_m = \frac{1}{2}.L.i^2 = \frac{1}{2}.L.I_m^2 \sin^2\omega_0 t = \frac{1}{4}.L.I_m^2(1 - \cos 2\omega_0 t)$, avec $L = \frac{1}{C.\omega_0^2} \Rightarrow$

$E_m = \frac{1}{4}.\frac{Q_m^2}{C}(1 - \cos 2\omega_0 t)$ **: énergie magnétique.**

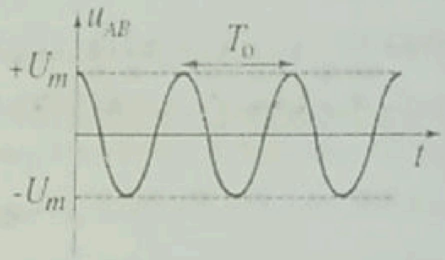
Donc l'énergie totale emmagasinée est $E_t = E_e + E_m$

$E_t = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}.L.i^2 = \frac{1}{2}.\frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2}.C.U_m^2 = \frac{1}{2}.L.I_m^2 =$ constante.

Diagramme d'énergies



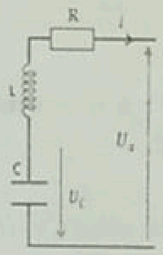
Evolution de la tension : $u_C = f(t)$.



3. ENTRETIEN DES OSCILLATIONS

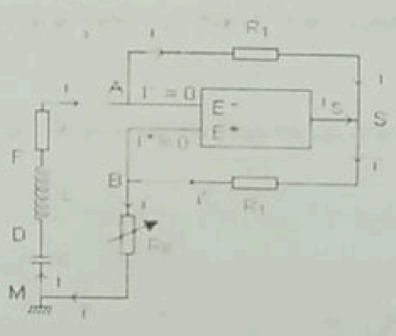
Un circuit L, R, C ne peut être le siège d'oscillations électriques permanentes à cause des pertes d'énergie par effet joule dans la résistance r de la bobine. Pour cela on compense ses pertes par un apport d'énergie fournie par un générateur tel que $U_g = k.i$, avec $k > 0$.

Choix de la valeur de k : $U_g = k.i$



On a : $P = U_g.i = k.i^2$ or $P = r.i^2 = k.i^2$ donc $k = r$.

- **Réalisation d'un générateur auxiliaire**



L'amplificateur opérationnel est supposé idéal :

$I^+ = I^- = 0$; $U_{E^+E^-} = 0$

$u_{AS} = R_1\, i$	$u_{SB} = R_1\, i'$	$u_{BA} = U_{E^+-E^-} = 0$	$u_{AB} = -u_{BA} = 0$
$u_{MD} = \dfrac{q_M}{C}$	$u_{DF} = L\dfrac{di_{DF}}{dt} = L\dfrac{di}{dt}$	$u_{FA} = r\, i$	$u_{BM} = R_o\, i'$

D'après la loi des mailles ASBA : $U_{As} + U_{SB} + U_{BA} = 0$ soit $R_1.\text{i} + R_1.i' + 0 = 0$ alors $i' = -$ i

Maille MDFABM : $U_{MD} + U_{DF} + U_{FA} + U_{AB} + U_{BM} = 0$ soit $\frac{q}{C} + \text{L}\frac{di}{dt} + \text{r.i} + 0 + R_0.i' = 0$

$\frac{q}{C} + \text{L}\frac{di}{dt} + \text{r.i} - R_0.\text{i} = 0$, or $\text{i} = \frac{dq}{dt}$ on a donc $\frac{d^2q}{dt^2} + (\text{r} - R_0)\frac{dq}{dt} + \frac{1}{L.C}\text{q} = 0$

Si r - $R_0 = 0 \Rightarrow \mathbf{r = R_0}$, on retrouve l'équation différentielle : $\text{L}.\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}\text{q} = 0$.

La portion de circuit ABM se comporte comme une résistance négative $U_{AM} = -R_0$.i. La puissance électrique r.i^2 reçue par r est fournie par la résistance négative : - R_0.i.

ENONCE OSC. ELEC. LIBRE 01

Les oscillations électriques sont omniprésentes dans notre vie quotidienne sans que nous ne nous rendions compte. Le fonctionnement de pratiquement tous les appareils électriques est à la base de tels principes : montres, téléphones portables, ordinateurs, …

En séance de travaux pratiques, un élève de terminale S, se propose d'étudier les oscillations électriques d'un circuit LC.

1.Le circuit comporte un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L = 10 mH et de résistance négligeable. Le circuit est siège d'oscillations périodiques sinusoïdal de période propre T_0 = 0,20 ms. Le condensateur étant initialement chargé sous la tension U = 5,0 V.

1.1 Donner l'expression de l'intensité du courant en fonction de q et t.

1.2 Etablir l'expression de la capacité C du condensateur en fonction de T_0 et L.

1.3 Déterminer la charge maximale du condensateur.

2. L'oscillateur produit un signal périodique sinusoïdal. On choisit comme origine des dates l'instant où le condensateur est relié à la bobine.

2.1 Donner la valeur de l'intensité du courant dans la bobine à la date t = 0.

2.2 Etablir l'équation différentielle liant la charge du condensateur à sa dérivée seconde par rapport au temps.

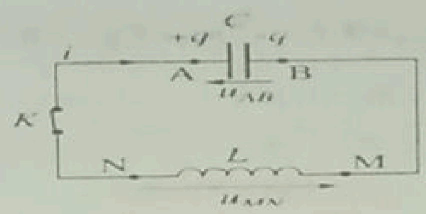
2.3 Déterminer l'équation horaire q(t) sachant que la solution de l'équation différentielle est q(t) = Q_{max}.cos(ω_0t + φ).

3. Lorsque l'intensité du courant devient maximale dans la bobine, elle emmagasine de l'énergie.

3.1 Donner la forme sous laquelle cette énergie est emmagasinée dans la bobine.

3.2 Calculer l'intensité maximale I_m du courant dans la bobine.

3.3 Démontrer que l'énergie totale du circuit est constante. La calculer.



ENONCE OSC. ELEC. LIBRE 02

En ouvrant la télécommande de sa télévision, un élève de terminale S découvre entre autres la présence des bobines et des condensateurs. Pour consolider les acquis de son cours, il se propose d'étudier le fonctionnement d'un circuit LC.

Le circuit est constitué par un condensateur de capacité C, d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et d'un interrupteur k.

1.On charge le condensateur lorsque k est ouvert puis après la charge du condensateur à la date t = 0, on ferme l'interrupteur.

1.1Donner l'expression de l'intensité du courant i en fonction de q et t

1.2 Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension U_C aux bornes du condensateur.

1.3 Montrer que $U_C(t) = U_{Cmax}\cos(\omega_0 t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle à condition que $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$.

2. Au cours du fonctionnement optimale d'un oscillateur électrique libre, il y a transfert mutuel de l'énergie électrostatique en énergie magnétique.

2.1 Définir un oscillateur électrique libre.

2.2 Montrer que $i^2 = -\frac{C}{L}.U_C^2 + \frac{C}{L}.U_{Cmax}^2$.

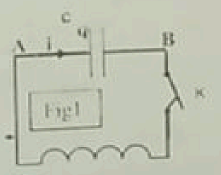
2.3 Ecrire l'expression de i(t) en fonction de U_{Cmax}, C, ω_0 et φ.

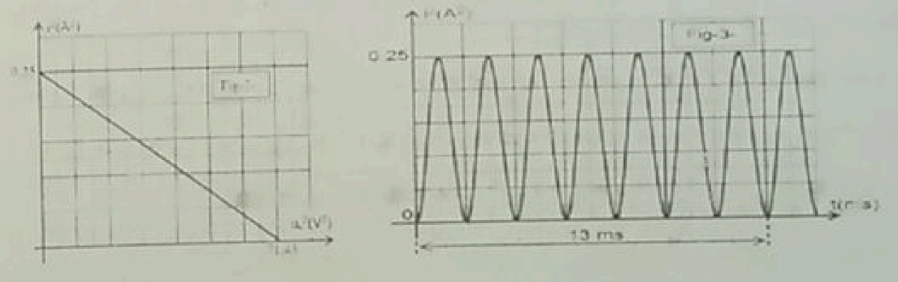
3. À l'aide d'un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur, on a tracé la courbe $i^2 = f(U_C^2)$(figure 2) et la courbe $i^2 = f(t)$(figure 3).

3.1 Donner la nature des oscillations observées.

3.2 En exploitant les graphes des figures 2 et 3, donner les valeurs de I_{max}, U_{Cmax} et ω_0.

3.3 Déterminer les valeurs de C et L puis l'énergie électrique initiale emmagasinée dans le condensateur.





ENONCE OSC. ELEC. LIBRE 03

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève de terminale S a réalisé le circuit ci-dessous. Le circuit comporte un générateur de tension E = 3,0 V, un condensateur de capacité $C = 4{,}0.10^{-6}$ F, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un commutateur k.

1.On place le commutateur en position 1 pendant une brève durée et lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur en position 2.

À l'aide d'un oscilloscope (sur la voie y_A), on enregistre la courbe donnant l'évolution de U_C aux bornes du condensateur en fonction du temps (figure 2).

1.1Donner la nature des oscillations représentées sur la figure 2 (libres amorties ou libres non amorties).

1.2 Trouver la période propre T_0 des oscillations.

1.3 Déterminer l'inductance L de la bobine.

2. La solution de l'équation différentielle de l'oscillateur est $u(t) = U_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$.

2.1 Définir un oscillateur électrique libre.

2.2 Etablir l'expression de i(t) en fonction de C, U_m, ω_0 et φ.

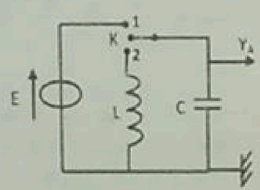
2.3 Déterminer les valeurs de U_m, ω_0 et φ.

3. Les courbes (c_1), (c_2) et (c_3) de la figure 3 représente les énergies : électrostatique ($E_e = \frac{1}{2}C.U_C^2$), magnétique ($E_m = \frac{1}{2}L.i^2$) et totale.

3.1 Associer à chaque courbe l'énergie correspondante.

3.2 Montrer que $E_e = \frac{1}{4}.CU_m^2[1 - \cos(2\omega_0 t + 2\varphi]$, $E_m = \frac{1}{4}.CU_m^2[1 + \cos(2\omega_0 t + 2\varphi]$ et que l'énergie totale est constante.

3.3 Calculer l'énergie totale du circuit.



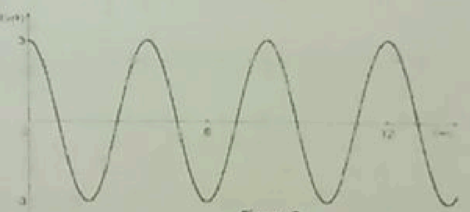
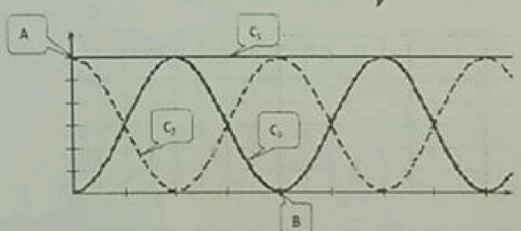


Figure-2

Figure-3



ENONCE OSC.ELEC. LIBRE 04

L'amortissement des oscillations électriques est dû à l'énergie dissipée par effet joule dans la resistance R du circuit.

Pour étudier les conditions d'obtention d'oscillations électriques libres à la fréquence $N_0 = 400$ KH_z, on réalise le circuit ci-dessous. Un oscilloscope permet d'enregistrer la tension aux bornes du condensateur (voire oscillogramme). La bobine a une inductance L = 1,0 mH. La resistance totale du circuit est R = 20 Ω. Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_C = 4,0 V. À t = 0, on ferme l'interrupteur k.

1.1Nommer le type de régime correspondant à l'oscillogramme.

1.2Interpréter en terme d'énergie, l'amortissement des oscillations.

1.3 Déterminer la période correspondant à ce régime.

2. Pour entretenir les oscillations, on branche le circuit aux bornes d'un générateur de tension $U_g = R_0$.i pour compenser la perte d'énergie. La capacité du condensateur est C = $1{,}6.10^{-8}$ F.

2.1 Définir un oscillateur électrique libre.

2.2 Etablir l'équation différentielle régie par la charge du condensateur.

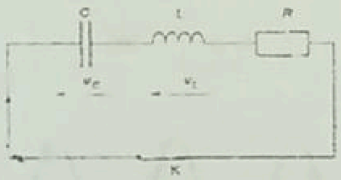
2.3 Déterminer la valeur de la resistance R_0. Vérifier que la fréquence propre des oscillations électriques libres est bien N_0 = 400 kH_Z.

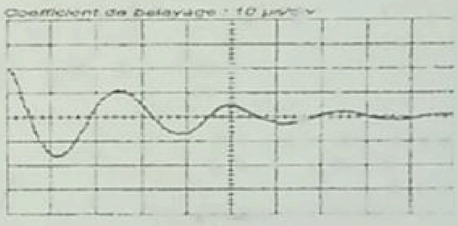
3. Le circuit étant entretenu, le signal est périodique sinusoidal. La solution de l'équation différentielle est q(t) = $Q_m$cos (ω_0t + φ).

3.1 Donner l'expression de l'énergie totale du circuit en fonction de q, C, L et i.

3.2 Montrer que cette énergie est constante.

3.3 Calculer la valeur de l'énergie totale des oscillations électriques libres.





ENONCE OSC.ELEC. LIBRE 05

On se propose de déterminer l'inductance L d'une bobine par différentes méthodes. Le circuit comporte un générateur de tension E = 5,0 V, d'un condensateur de capacité C = 2200 µ F, d'une bobine d'inductance L et de résistance r = 15 Ω et d'un dispositif d'acquisition.

1.Le condensateur étant initialement chargé à la date t = 0, on bascule l'interrupteur de la position 1 vers la position 2. Le système d'acquisition fournit la courbe (1).

1.1 Donner la nature du phénomène observé.

1.2 Déterminer graphiquement la pseudo-période.

1.3 Déterminer l'inductance L de la bobine en assimilant la pseudo-période à la période propre.

2. Soit E_e l'énergie emmagasinée dans le condensateur, E_m dans la bobine et E_t l'énergie totale du circuit. Un dispositif permet d'annuler la résistance r de la bobine sans modifier son inductance. On charge à nouveau le condensateur avant de basculer l'interrupteur en position 2 à t = 0. Le dispositif d'acquisition donne les courbes des documents 2, 3 et 4.

2.1 Rappeler les expressions des énergies E_e et E_m en fonction de L, C, U et i.

2.2 Identifier sur le document 4, les courbes de E_e, E_m et E_t.

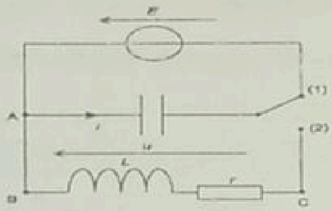
2.3 Déterminer graphiquement la valeur de l'énergie totale E_t.

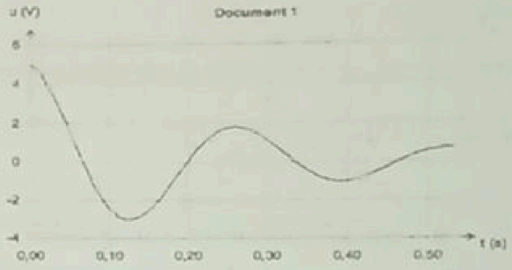
3. La résistance de la bobine étant nulle. L'interrupteur est en position 2 après avoir chargé le condensateur

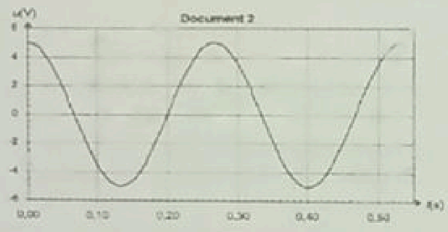
3.1 Donner la nature des oscillations observées.

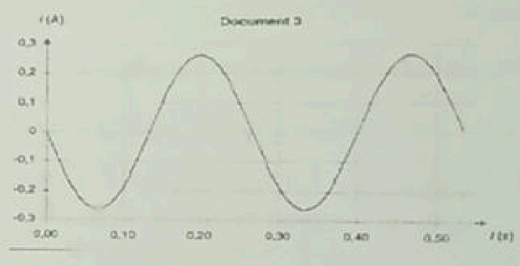
3.2 Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur régie par la tension aux bornes du condensateur.

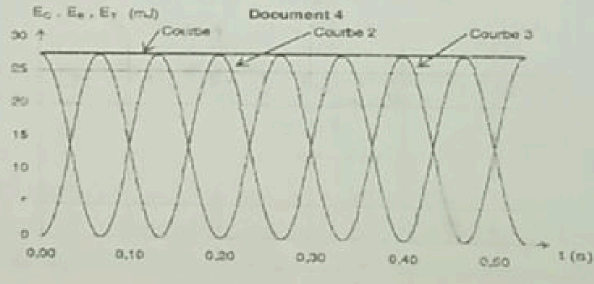
3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine sachant que la solution de l'équation différentielle est u(t) = 5cos (22t).











CORRIGES DES ENONCES CHAPITRE 11 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 01

1.1	Expression de l'intensité : i = + $\frac{dq}{dt}$.
1.2	Expression de la capacité C : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C} \Rightarrow C = \frac{T_0^2}{4.\pi^2.L}$.
1.3	Charge maximale du condensateur : $U = \frac{Q_{max}}{C}$; $Q_{max} = \frac{T_0^2}{4.\pi^2.L}.U$; AN : $Q_{max} = 5{,}1.10^{-7}$ F.
2.1	Valeur de l'intensité du courant à t = 0 : i = 0.

2.2	Equation différentielle : loi des mailles donne $U_{MN} + U_{AB} = 0$; $L.\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0$ alors $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}q = 0$.
2.3	Equation horaire : à t = 0, $Q_0 = Q_{max} \Rightarrow \cos\varphi = 1$ alors $\varphi = 0$; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L.C}} = 3{,}2.10^4$ rad/s $C = 1{,}0.10^{-7}$ F et $q(t) = 5{,}1.10^{-7}\cos(3{,}2.10^4t)$.
3.1	L'énergie est emmagasinée dans la bobine sous forme magnétique.
3.2	Intensité maximale : $I_{max} = \omega_0.Q_{max}$; AN : $I_{max} = 1{,}6.10^{-5}$ A.
3.3	Energie totale : $i(t) = -\omega_0.Q_{max}\sin(\omega_0t)$; $E_e = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q_{max}^2}{C}\cos^2(\omega_0t)$; $E_m = \frac{1}{2}L.i^2 = \frac{1}{2}L.\omega_0^2Q_{max}^2sin^2(\omega_0t) = E_e = \frac{1}{2}\frac{Q_{max}^2}{C}\cos^2(\omega_0t)$ avec $\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}$; $E_t = E_e + E_m = \frac{1}{2}\frac{Q_{max}^2}{C}$; An : $E_t = 1{,}3.10^{-6}$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 02

1.1	Expression de l'intensité du courant : $i = +\frac{dq}{dt}$.
1.2	Equation différentielle : $U_C + U_L = 0$ $U_C + L.\frac{di}{dt} = 0$ or $i = C.\frac{dU}{dt} \Rightarrow \frac{d^2U}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.U_C = 0$.
1.3	Montrons que u(t) est solution de l'équation différentielle : $\frac{d^2U}{dt^2} = -\omega_0^2.U_{Cmax}\cos(\omega_0t + \varphi) \Rightarrow -\omega_0^2.U_{Cmax}\cos(\omega_0t + \varphi) + \frac{1}{L.C}U_{Cmax}\cos(\omega_0t + \varphi) = 0$ si $\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}$
2.1	Un oscillateur électrique est libre lorsque le circuit ne subit aucun apport d'énergie après l'instant initial.
2.2	$E_t = \frac{1}{2}L.i^2 + \frac{1}{2}.C.U_C^2$, il y a conservation de l'énergie totale, $E_t = \frac{1}{2}.CU_{Cmax}^2 = \frac{1}{2}L.i^2 + \frac{1}{2}.C.U_C^2$ $L.i^2 = -C.U_C^2 + C.U_{Cmax}^2$ d'où $i^2 = -\frac{C}{L}.U_C^2 + \frac{C}{L}.U_{Cmax}^2$.
2.3	Expression de i(t) : $i(t) = C.\frac{dU}{dt} = -C.\omega_0.u_{Cmax}\sin(\omega_0t + \varphi)$.
3.1	Il s'agit d'oscillations électriques sinusoïdales.
3.2	Intensité $I_{max} = 0{,}50$ A ; $U_{Cmax} = 8{,}45$ V ; $7.T_0 = 13$ ms avec $T_0 = \frac{2.\pi}{\omega_0}$ d'où $\omega_0 = $ [illegible]$,4.10^3$ rad/s.
3.3	Valeurs de C et L puis E_0 : $C = \frac{I_{max}}{\omega_0.U_{Cmax}}$; AN $C = 1{,}7.10^{-5}$ F et $L = \frac{1}{C.\omega_0^2} = 5{,}0$ mH Energie initiale $E_0 = \frac{1}{2}.C.U_{Cmax}^2 = 6{,}1.10^{-4}$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 03

1.1	Il s'agit d'oscillations libres non amorties.
1.2	Période propre des oscillations : $T_0 = 4{,}0$ ms.
1.3	Inductance L de la bobine : On a $T_0 = 2.\pi\sqrt{L.C} \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4.\pi^2.C}$; AN : L = 0,10 H.
2.1	Un oscillateur électrique est libre lorsque le circuit ne subit aucun apport d'énergie après l'instant initial.
2.2	Expression de i(t) : $i(t) = C.\frac{dU}{dt} = C.\omega_0.U_m.\cos(\omega_0t + \varphi)$.
2.3	Valeurs de U_m, ω_0 et φ : $U_m = 3{,}0$ V ; $\omega_0 = \frac{2.\pi}{T_0} = 1{,}6.10^3$ rad/s ; à t = 0 i = 0 alors, $\cos(\varphi) = 0$ Donc $\varphi = \frac{\pi}{2}$ rad.
3.1	Courbe C_1 : énergie totale, Courbe C_2 : énergie électrostatique et Courbe C_3 : énergie magnétique.
3.2	$E_e = \frac{1}{2}.C.U^2 = \frac{1}{2}.C.U_m^2sin^2(\omega_0t + \varphi) = \frac{1}{4}C.U_m^2[1 - \cos(2\omega_0t + 2\varphi)]$

	$E_e = \frac{1}{2}C.U^2 = \frac{1}{2}L.C^2.\omega_0^2.U_m^2 sin^2(\omega_0 t + \varphi) = \frac{1}{4}C.U_m^2[1 + cos(2\omega_0 t + 2\varphi)]$ avec $\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}$. Energie totale $E_t = E_e + E_m = \frac{1}{2}.C.U_m^2$ = constante.
3.3	Energie totale du circuit : $E_t = 1,8.10^{-5}$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 04

1.1	Régime pseudopériodique.
1.2	L'amortissement des oscillations traduit les pertes d'énergie par effet joule sous forme d'énergie thermique.
1.3	Pseudopériode : $T_0 = 2,5 \text{ X } 10.10^{-6} = 2,5.10^{-5}$ s.
2.1	Un oscillateur électrique est libre lorsque le circuit ne subit aucun apport d'énergie après l'instant initial.
2.2	Equation différentielle : $U_C + U_L + R.i = R_0.i$; $\frac{q}{C} + L.\frac{di}{dt} + R.i = R_0.i$ or $i = \frac{dq}{dt}$ par suite : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(R - R_0)}{L}.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{L.C} = 0$.
2.3	On obtient des oscillations électriques libres non amorties si $\frac{(R - R_0)}{L}.\frac{dq}{dt} = 0$ soit $R_0 = R = 20\ \Omega$ L'équation différentielle devient $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{L.C} = 0$ avec pour fréquence $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} = 4,0.10^5\ H_Z$.
3.1	Energie totale : $E_t = \frac{1}{2}L.i^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$.
3.2	$E_e = E_t = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q_m^2}{C}cos^2(\omega_0 t + \varphi)$; $i(t) = -\omega_0.Q_m sin(\omega_0 t + \varphi)$ alors $E_m = \frac{1}{2}L\omega_0^2.Q_m^2 sin^2(\omega_0 t + \varphi) = \frac{1}{2}\frac{Q_m^2}{C}sin^2(\omega_0 t + \varphi)$ avec $\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}$ soit $E_t = \frac{1}{2}\frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2}C.U_m^2$.
3.3	Valeur de l'énergie totale : $E_t = 1,3.10^{-7}$ J.

CORRIGE ENONCE OSC.ELEC 05

1.1	Il s'agit des oscillations électriques libres amorties.
1.2	Pseudopériode : $T_0 = 0,25$ s.
1.3	Inductance de la bobine : $L = L = \frac{T_0^2}{4.\pi^2.C}$; AN : L = 0,72 H.
2.1	$E_e = \frac{1}{2}C.U^2$ et $E_m = \frac{1}{2}.L.i^2$.
2.2	Courbe 1 : énergie totale ; courbe 2 : énergie magnétique et courbe 3 : énergie électrostatique.
2.3	Energie totale : $E_t = 27,5.10^{-3}$ J.
3.1	Oscillations électriques libres sinusoïdal.
3.2	Equation différentielle : $U_C - U_L = 0$ avec $i = -\frac{dq}{dt} = -C.\frac{dU}{dt}$ soit $U + L.C.\frac{d^2U}{dt^2} = 0$ donc $\frac{d^2U}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.U = 0$.
3.3	Inductance L de la bobine : $\omega_0 = 22$ rad/s ⇒ $L = \frac{1}{C.\omega_0^2}$; AN : L = 1,0 H.

CHAPITRE 12 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES EN RÉGIME SINUSOÏDAL : CIRCUIT RLC SÉRIE

I. Généralités sur le courant alternatif.

1. Définition : Un courant alternatif est un courant dont l'intensité est une fonction sinusoïdale du temps : $i(t) = I_m cos(\omega t + \varphi)$.

2.Intensité et tension efficace.

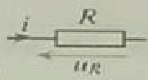
-Intensité efficace : $I_{eff} = I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$; Tension efficace : $U_{eff} = U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

3. Impédance du dipôle : loi d'Ohm.

C'est la résistance totale du circuit : $Z = \frac{U}{I} = \frac{U_m}{I_m}$; Z s'exprime en ohm (Ω) et $Y = \frac{1}{Z}$ est appelé admittance du circuit (en siemens : s).

II. Etude de quelques dipôles en courant alternatif.

On pose $i(t) = I_m \cos(\omega t)$.

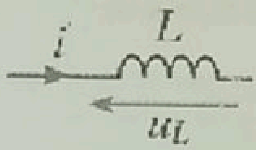
1.Conducteur ohmique pur. 

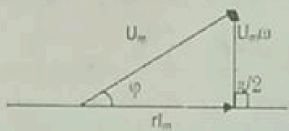
$U = R.i = R.I_m\cos(\omega t) = U_m.\cos(\omega t) \Rightarrow U_m = R.I_m$ alors $Z = \frac{U_m}{I_m} = R$; i et u sont en phase : φ = 0.

2.Bobine (L ; r).

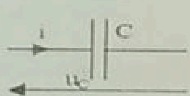
$U_L = r.i - e = r.i + L\frac{di}{dt} = r.\,I_m\cos(\omega t) + L.\omega.\,I_m\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = U_m\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$.

$Z_L = \frac{U_m}{I_m} = \sqrt{r^2 + (L.\omega)^2}$ et $\tan\varphi = \frac{L.\omega}{r}$; u est en quadrature avance sur i de $+\frac{\pi}{2}$ rad.



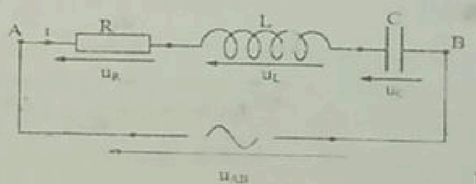


3.Condensateur de capacité C : $U_C = \frac{q}{C} = \frac{1}{C}\int i.dt = \frac{I_m}{C.\omega}\sin(\omega t) = \frac{I_m}{C.\omega}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ avec $U_m = \frac{I_m}{C.\omega}$ d'où $Z_C = \frac{1}{C.\omega}$. u est retard de $\frac{\pi}{2}$sur i (quadrature retard) $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ rad.



III. Etude expérimentale d'un circuit RLC forcé.

1.Equation différentielle : Méthode de Fresnel.



La loi d'additivité des tensions donne : $U_{AB} = U_R + U_L + U_C = R.i + L.\frac{di}{dt} + \frac{q}{C}$ or $dq = i.dt \Rightarrow q = \int i.dt$

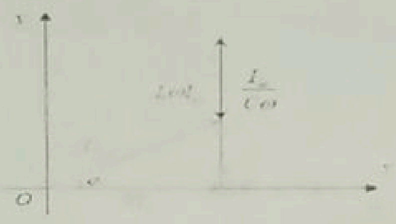
$$U_{AB} = R.i + L.\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i.dt.$$

2.Résolution de l'équation différentielle.

$\frac{di}{dt} = -I_m.\omega.\sin(\omega t) = I_m.\omega.\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $q = \int i.dt = \frac{I_m}{C.\omega}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

On a : $U_{AB} = U_m\cos(\omega t + \varphi) = R.I_m.\cos(\omega t) + L.\omega.I_m.\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{C.\omega}.\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$.

- **Impédance du circuit RLC :**



$U_m^2 = (R.I_m)^2 + (L.\omega.I_m - \frac{I_m}{C.\omega})^2 \Rightarrow$

$U_m = I_m.\sqrt{R^2 + (L.\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}$ d'où $\mathbf{Z} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$.

Remarques : -Le terme $L\omega - \frac{1}{C\omega}$ est appelé réactance du circuit.

-La phase : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$; $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} = \frac{L}{R}.\frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$. $\varphi = \frac{2.\pi l}{L}$ (l = décalage entre les courbes et L = longueur d'une période).

- Si $L.\omega > \frac{1}{C.\omega}$, $\varphi > 0$ ($\omega > \omega_0$) : circuit inductif, u est en avance de φ sur i. (fig. 1)
- Si $L.\omega < \frac{1}{C.\omega}$, $\varphi < 0$ ($\omega < \omega_0$) : circuit capacitif, u est en retard de φ sur i. (fig. 2)
- Si $L.\omega = \frac{1}{C.\omega}$, $\varphi = 0$ ($\omega = \omega_0$) : circuit résistif, u et i sont en phase : c'est la résonance. (fig. 3).

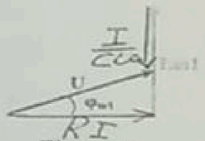


Figure 1

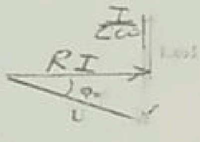


Figure 2

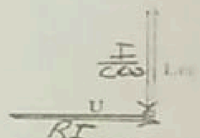


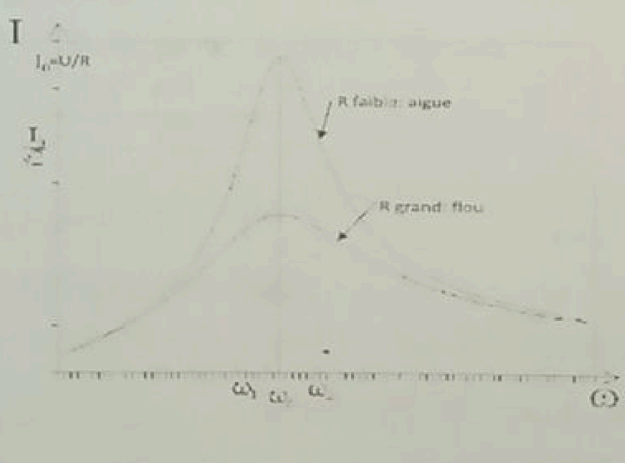
Figure 3

Si r' = R alors $\mathbf{Z} = \sqrt{(R + r)^2 + (L.\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}$.

IV. Phénomène de résonance d'intensité du circuit RLC série.

1.Propriétés de la résonance : À la résonance I est maximal ($I = \frac{U}{Z}$) ; Z est minimale ; $L.\omega - \frac{1}{C.\omega} = 0$ $\Rightarrow Z = R$ et $\varphi = 0$; $L.C.\omega_0^2 = 1$.

2.Courbe de résonance :



À la résonance : $I_0 = \frac{U}{R}$.

3 Bande passante : La bande passante à trois décibels (3 dB) est l'intervalle de fréquences ou des pulsations pour lequel, $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$, ω_1 et ω_2(f_1 et f_2) limites de la bande passante à 3 dB sont telles que : $I(\omega_1) = I(\omega_2) = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{U}{R\sqrt{1+(\frac{L\omega-\frac{1}{C\omega}}{R})^2}} = \frac{I_0}{\sqrt{1+(\frac{L\omega-\frac{1}{C\omega}}{R})^2}} \text{ or } I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ alors } \sqrt{1+(\frac{L.\omega-\frac{1}{C.\omega}}{R})^2} = \sqrt{2}$$

On obtient deux équations du second degré $LC\omega^2$ + R.C.ω − 1 = 0 et $LC\omega^2$ - R.C.ω − 1 ; $\Delta = R^2C^2 + 4LC > 0$ on a : $\omega_2 = \frac{R.C+\sqrt{\Delta}}{2.L.C}$ et $\omega_1 = \frac{-R.C+\sqrt{\Delta}}{2.L.C}$

La largeur de la bande passante est $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$ ou $\Delta f = \frac{R}{2.\pi.L}$.

1. **Facteur de qualité :** il caractérise l'acuité de la résonance : $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{L.\omega_0}{R} = \frac{1}{R.C.\omega_0} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ (sans unités).
2. **Phénomène de surtension :**

- $U_C = \frac{I_0}{C.\omega_0}$ or $I_0 = \frac{U}{R} \Rightarrow U_C = \frac{U}{R.C.\omega_0}$ alors $\boldsymbol{U_C = Q.U}$.

- $U_L = L.\omega_0.I_0 = \frac{L.\omega_0}{R}.U$ alors $\boldsymbol{U_L = Q.U}$.

V. **Puissance en courant alternatif**

1.Puissance instantanée : $P(t) = u.i = U_m.I_m.\cos(\omega t).\cos(\omega t + \varphi) = U_m.I_m.[\cos(\omega t) \cdot \cos(2\omega t + \varphi)]$.

2.Puissance moyenne : P = U.I.cosφ ; le produit U.I = puissance apparente (V.A) ; cos φ = facteur de puissance (unité : watts(w))

Remarque : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$, U = Z.I ⇒ $\boldsymbol{P = R.I^2 = P_{th}}$

ENONCE RLC FORCÉES 01

Un élève de terminale S, a appris auprès de son réparateur d'appareils électroniques que son téléphone portable contiendrait entre autres, des condensateurs, des conducteurs ohmiques et des bobines. Réunis autour de ses camarades de classe, ils se propose d'étudier un circuit RLC série.

1.Le circuit comporte un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$ de fréquence f variable aux bornes duquel sont disposés en série, le condensateur de capacité C = 1,0 μ F, une bobine d'inductance L = 0.010 H et de résistance r et un conducteur ohmique de résistance R. Ils désirent visualiser sur l'écran d'un oscilloscope bicourbes, la tension u(t) sur la voie (1) et la tension $u_R(t)$ sur la voie (2).

1.1 Définir un oscillateur électrique forcé.

1.2 Préciser les branchements sur le schéma pour visualiser les tensions u(t) et $u_R(t)$.

1.3 Ecrire l'equation différentielle reliant i, $\frac{di}{dt}$ et $\int i.\,dt$.

2. Soit $i(t) = I_m\cos(2\pi ft + \varphi)$, la solution de l'équation différentielle. On ajuste la fréquence f à la valeur f_0. Les résultats ont permis de tracer les courbes de la figure 2.

2.1 Donner la nature de l'état du circuit.

2.2 Justifier pourquoi, des deux signaux, celui ayant l'amplitude la plus élevée correspond à la tension u(t).

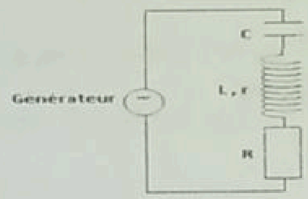
2.3 Démontrer que $\frac{R}{R+r} = \frac{2}{3}\sqrt{2}$.

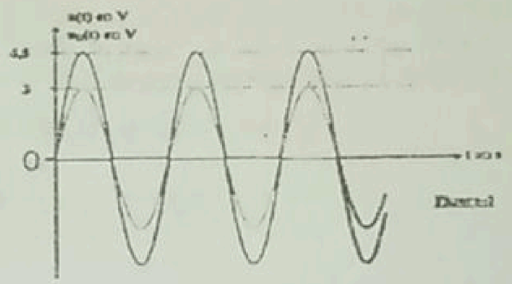
3. À partir de la valeur f_0, on fait varier la fréquence f, pour une fréquence f_1 = 1524 Hz, $\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{6}$ rad.

3.1 Donner le caractère, inducteur ou capacitif du circuit.

3.2 Faire la construction de Fresnel et montrer que R + r = $\sqrt{3}\,(\frac{1}{2\pi f_1 . C} - 2\pi f_1 . L)$.

3.3 Déterminer les valeurs de R et r.





ENONCE RLC FORCÉES 02

En cours de travaux pratiques un élève de terminale S réalise le circuit ci-dessous. Le générateur G délivre une tension de fréquence N variables et de valeur maximale constante. Le circuit renferme une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un condensateur de capacité C et un dipôle ohmique de résistance R. Il branche un oscillographe aux bornes du circuit qui donne l'oscillogramme ci-dessous. L'ampèremètre de son circuit indique I = 59 mA.

Aide ton collègue à rédiger le rapport.

1.1 Donner la nature des oscillations obtenues.

1.2 Préciser en associant chaque tension visualisee à sa voie, des deux tensions, celle qui est en avance sur l'autre.

1.3 Déterminer la fréquence N_1 de la tension, la phase de l'intensité par rapport à la tension et les valeurs de R et r.

2. L'élève retire l'oscillographe et branche dans le circuit trois voltmètres qui indiquent respectivement U_1 = 4,38 V, U_2 = 0,57 V et U_3 = 4,95 V.

2.1 Donner deux propriétés de la résonance d'intensité relatives à ce circuit.

2.2 Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité, donner l'expression de la fréquence N_2 de résonance de ce circuit.

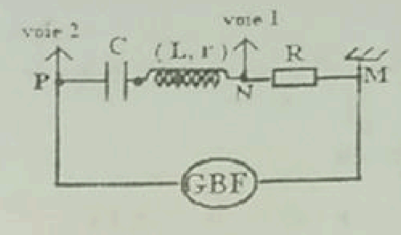
2.3 Déterminer l'intensité du courant I_0 de résonance.

3. Il enlève le conducteur ohmique, son circuit étant toujours alimenté par le même générateur. Il règle la fréquence à N = N_3 = 55,7 Hz et constate que U = U_C = U_B.

3.1 Définir un circuit capacitif.

3.2 Représenter la construction de Fresnel et préciser la nature du circuit.

3.3 Déterminer les valeurs de L, C et N_2.



ENONCE RLC FORCÉES 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 couplées est un modèle fréquemment rencontré en électricité. Il permet d'introduire la notion très importante de résonance et de facteur de puissance d'un circuit.

On réalise un circuit série comprenant une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C et un résistor de résistance R variable. On alimente ce circuit à l'aide d'un générateur délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace U constante. On trace la courbe de résonance du circuit pour deux valeurs de la résistance R (figure 3).

-Pour R = R_1, on obtient la courbe 1 ;

-Pour R = R_2, on obtient la courbe 2

1.1 Définir la résonance d'intensité.

1.2 Préciser la courbe qui correspond à une résonance aiguë, à une résonance floue.

1.3 Déterminer la fréquence de résonance N_0 pour C = 10 µF , l'inductance de la bobine L et le rapport $\frac{R_1}{R_2}$.

2. On fixe maintenant la fréquence du générateur à la valeur N_1 = 72 Hz et la résistance du résistor à la valeur de R_1. On branche ensuite aux bornes du circuit un oscilloscope bicourbe de manière à visualiser : -sur la voie A la tension U_g aux bornes du générateur ;

-sur la voie B, la tension u_{R_1} aux bornes de R_1. L'oscillogramme donne les courbes C_1 et C_2 (figure 4).

2.1 Définir le facteur de puissance.

2.2 Justifier la courbe qui correspond à la visualisation de la tension u_{R_1}.

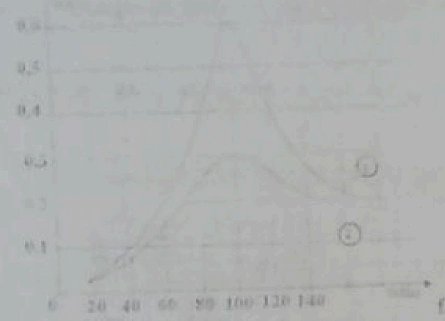
2.3 Déterminer le facteur de puissance du circuit.

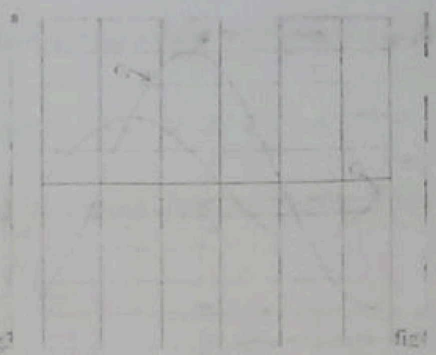
3. Sélectivité du circuit.

3.1 Définir le facteur de qualité.

3.2 Etablir l'expression de R_1 en fonction de L, ω_1, C et φ.

3.3 Déterminer la tension la valeur efficace de la tension U ; les valeurs des résistances R_1, R_2 et le facteur de qualité Q.





ENONCE RLC FORCÉES 04

Données : Base de temps : 1,00 ms/div ; sensibilité verticale : 1,0 V/div.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux groupes d'élèves se proposent d'étudier expérimentalement un circuit RLC en régime sinusoïdal forcé.

1. Le premier groupe réalise un circuit électrique comportant en série un conducteur ohmique de résistance R = 150 Ω, un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L = 1,0 H et de résistance interne négligeable et un GBF qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}.\sin(\omega t + \varphi_u)$ de pulsation variable et de valeur efficace U constante. Le courant traversant ce circuit est d'intensité $i(t) = I.\sqrt{2}.\sin(\omega t + \varphi_i)$. Un oscilloscope bicourbe est branché de manière à visualiser :

-sur la voie A, la tension u(t) aux bornes du générateur ;

-sur la voie B, la tension aux bornes du conducteur ohmique.

Pour une certaine fréquence N, on obtient les courbes de la figure 11.

1.1 Définir l'impédance d'un circuit RLC.

1.2 Montrer que la courbe (c_1) est la visualisation de la tension u(t).

1.3 Déterminer la fréquence N des tensions u(t) et $u_R(t)$, l'impédance Z du circuit à cette fréquence ainsi que la phase de la tension u par rapport à l'intensité i.

2. Le deuxième groupe souhaite construire point par point la courbe représentative I_m = f(N). Pour cela, il monte en série, un résistor de résistance R', une bobine d'inductance L' = 1,0 H et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C' et un ampèremètre de résistance négligeable. Il applique une tension $u(t) = 4{,}0.\sin(2.\pi N t)$ aux bornes du générateur. Des mesures de l'intensité maximale du courant dans le circuit en fonction de la fréquence N de la tension permettent de tracer la courbe de la figure 12.

2.1 Définir le facteur de surtension.

2.2 Trouver la valeur de la fréquence N_0 de résonance d'intensité.

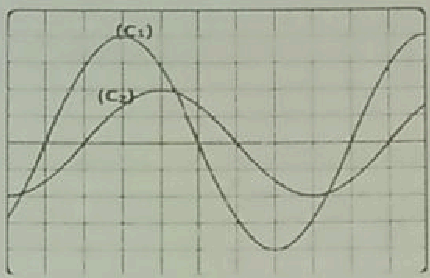
2.3 Déterminer les valeurs de R', C' et du facteur de surtension Q.

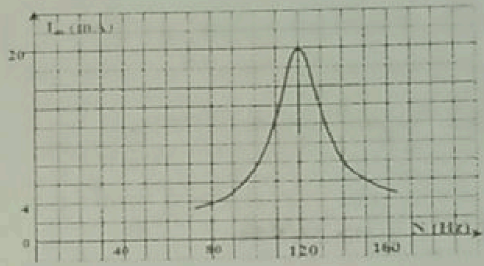
3. Pour une fréquence N_r, la tension efficace U_C aux bornes du condensateur prend sa valeur maximale.

3.1 Définir la fréquence de résonance d'un circuit RLC.

3.2 Montrer que $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{R'^2}{8.\pi^2.L'^2}}$.

3.3 Calculer la valeur de la fréquence de charge N_r et la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle à la fréquence de charge.





ENONCE RLC FORCÉES 05

Pour consolider ses acquis, un élève de terminale S réalise, en séance de travaux pratiques, un circuit série comprenant, entre deux points A et B, une bobine d'inductance L et de resistance négligeable, un conducteur ohmique de resistance R = 80 Ω et un condensateur de capacité C. L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale $u(t) = 100\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$. L'Intensité du courant qui traverse le circuit vaut I = 0,50 A. Le voltmètre branché aux bornes du condensateur indique $U_C = 120$ V.

Dans le but de déterminer l'impédance Z du circuit, la phase de la tension par rapport à l'intensité, la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine, cet élève sollicite ton aide.

1.1 Définir l'impédance d'un dipôle.
1.2 Etablir l'équation différentielle reliant i, $\frac{di}{dt}$ et $\int i.dt$.
1.3 Déterminer l'impédance Z du circuit.

2.On suppose que l'impédance du condensateur est supérieure à celle de la bobine.

2.1 Donner le caractère inductif, capacitif ou résistif du circuit.

2.2 Préciser, des grandeurs u(t) et i(t), celle qui es ten avance de phase.

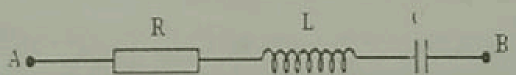
2.3 Déterminer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

3. La fréquence de la tension impose par le générateur est f = 50 Hz.

3.1 Donner la nature des oscillations.

3.2 Représenter sur un diagramme de Fresnel, les tensions u_R, u_L, u_C et u (sans souci d'échelle).

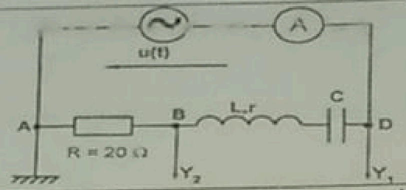
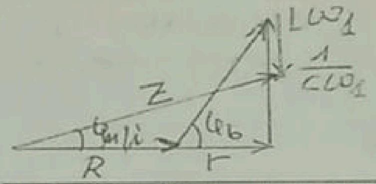
3.3 Déterminer l'inductance L de la bobine et la capacité C du condensateur.



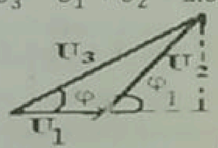
CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 12 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES.

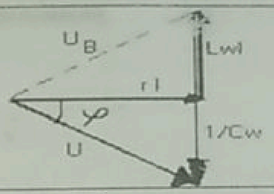
CORRIGE ENONCE RLC FORCÉES 01

1.1	Un oscillateur électrique est dit forcé si la tension et la fréquence de l'oscillateur sont imposées par l'excitateur.
1.2	Schéma du circuit :

	
1.3	Equation différentielle : u(t) = $u_C + u_L + u_R = \frac{q}{C}$ + r i + L$\frac{di}{dt}$ + R.i or dq = i.dt ⇒ q = ∫i.dt d'où u(t) = (R + r).i + L$\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}$∫i.dt.
2.1	Il s'agit de la résonance d'intensité.
2.2	Les oscillations étant forcées, la tension efficace imposée par l'excitateur doit être plus élevée que la tension aux bornes du conducteur ohmique soit : u > u_R alors $u_m > u_{Rm}$.
2.3	On an $I_0 = \frac{u}{R+r} = I_m$ or $I_m = \frac{u_{Rm}}{R}$ et u = $\frac{u_m}{\sqrt{2}}$ soit $\frac{R}{R+r} = \frac{30\sqrt{2}}{45}$ d'où $\frac{R}{R+r} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ avec u_{Rm} = 3 V et u_m = 4,5 V.
3.1	$\varphi_{u/i} < 0 \Rightarrow$ L.ω < $\frac{1}{C.\omega}$, le circuit est capacitif.
3.2	Construction de Fresnel : tan φ = $\frac{L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1}}{R+r}$ = - $\frac{1}{\sqrt{3}}$ soit R + r = $\sqrt{3}.(\frac{1}{2.\pi.f_1.C} - 2.\pi.f_1.L)$ avec $\omega_1 = 2.\pi.f_1$. 
3.3	Valeurs de R et r : des relations 2.3 et 3.2 découle R = 14 Ω et r = 1,0 Ω.

CORRIGE ENONCE RLC FORCÉES 02

1.1	Oscillations alternatives sinusoïdales.
1.2	Tension u_R(t) sur la voie 2 est en avance sur la tension u(t) visualisée sur la voie 1.
1.3	$T_1 = 8x2.5.10^{-3} = 2,0.10^{-2}$ s alors $N_1 = \frac{1}{T_1}$ = 50 Hz ; R = $\frac{u_{Rm}}{I_m} = \frac{u_{Rm}}{I.\sqrt{2}}$ = 60 Ω avec u_{Rm} = 2X2,5 = 5,0 V ; cosφ = $\frac{(R+r).I}{U}$ soit r = $\frac{U_{Rm}}{I.\sqrt{2}}$.cosφ − R = 7,9 Ω avec U_m = 3,5X2 = 7,0 V et |φ| = 2.π$\frac{l}{L} = \frac{\pi}{5}$ rad.
2.1	A la résonance d'intensité φ = 0 et Z = R + r
2.2	$U_3^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2.U_1.U_2.\cos\varphi_1$ avec $\vec{U_3} = \vec{U_1} + \vec{U_2}$ et $U_3^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2.U_1.U_2$ d'où $\cos\varphi_1$ = 1  et $\varphi_1 = 0$ donc U_1 et U_2 sont confondu alors φ = 0, $N_2 = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{L.C}}$.
2.3	Courant à la résonance $I_0 = \frac{U_3}{R+r}$ = 73 mA.
3.1	Circuit pour lequel $\frac{1}{C.\omega}$ > L.ω.
3.2	On a : Z = $Z_C = Z_B$ donne $\frac{1}{C.\omega} = \sqrt{r^2 + (L.\omega)^2}$ et $\frac{1}{C.\omega} = \sqrt{r^2 + (L.\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}$ d'où L = $\frac{r}{2.\pi.N_3.\sqrt{3}}$ et C = $\frac{1}{8.\pi^2.N_3^2.L}$ soit L = 13 mH ; C = $3,0.10^{-4}$ F et N_2 = 81 Hz.

	
3.3	Valeur de la capacité : $L.C.\omega_0^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{L.\omega_0^2} = \frac{1}{L.(2.\pi f)^2} = 2{,}1.10^{-5}$ F.

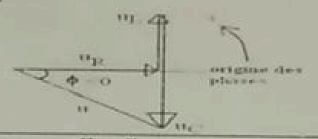
CORRIGE ENONCE RLC FORCÉES 03

1.1	Il y a résonance d'intensité dans un circuit lorsque l'intensité efficace du circuit prend sa valeur maximale : $I = I_m$.
1.2	Courbe 2, résonance floue et la courbe 1 correspond à la résonance floue.
1.3	$N_0 = 100$ Hz par exploitation graphique. $L = \frac{1}{4\pi^2.N_0^2.C}$ =0,25 H. $U = R_1.I_{0_1} = R_2.I_{0_2}$ soit le rapport $\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_{0_2}}{I_{0_1}} = \frac{1}{2}$
2.1	Le facteur de puissance est le rapport de la puissance active par la puissance apparente.
2.2	Nature du circuit : $L.\omega_1 = 36.\pi$ et $\frac{1}{C.\omega_1} = 69{,}44\pi$ alors $L.\omega_1 < \frac{1}{C.\omega_1}$; le circuit est capacitif La tension u_R est en avance sur u donc la courbe C_1 correspond à u_R.
2.3	$\lvert\varphi\rvert = 2.\pi.\frac{\Delta t}{T} = 2.\pi.\frac{1}{6} = \frac{\pi}{3}$ rad d'où cosφ = 0,50.
3.1	Le facteur de qualité mesure l'acuité de la résonance.
3.2	Expression de R_1 : $\tan\varphi = \frac{L.\omega_1 - \frac{1}{C.\omega_1}}{R_1}$ soit $R_1 = \frac{L.\omega_1 - \frac{1}{C.\omega_1}}{\tan\varphi}$.
3.3	AN : $R_1 = 61\ \Omega$; $R_2 = 2.R_1 = 122\ \Omega$, $U = R_1.I_{0_1} = 37$ V et $Q = \frac{L.\omega_0}{R_1} = 2{,}6$.

CORRIGE ENONCE RLC FORCÉES 04

1.1	L'impédance d'un circuit est la résistance totale du circuit RLC.
1.2	La tension aux bornes du générateur est supérieure à la tension aux bornes du conducteur ohmique, par suite $U_m > U_{Rm}$, la courbe (c_1) représente la visualisation de la tension u(t).
1.3	$T = 8x1{,}00.10^{-3}$ s alors $N = \frac{1}{T} = 125$ Hz ; $U_m = 4{,}0$ V et $U_{Rm} = 2{,}0$ V alors $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = 0{,}013$ A soit $Z = \frac{U_m}{I_m} = 308\ \Omega$ $\varphi u_{/i} = 2.\pi\frac{\Delta t}{T} = 2.\pi.\frac{1}{8} = \frac{\pi}{4}$ rad.
2.1	C'est le rapport entre la tension aux bornes du condensateur et la tension aux bornes du générateur.
2.2	Fréquence de résonance : $N_0 = 120$ Hz par lecture graphique.
2.3	$R' = \frac{U}{I_0} = 140\ \Omega$; $C' = \frac{1}{L'.\omega_0^2} = 1{,}8\mu$F et $Q = \frac{L'.\omega_0}{R'} = 3{,}8$.
3.1	La fréquence de resonance est la fréquence d'une tension alternative qui lui est appliquée et qui génère le courant le plus élevé.
3.2	$Q_m = \frac{I_m}{\omega} = \frac{U_m}{\omega.Z} = \frac{U_m}{\omega.\sqrt{R'^2+(L'.\omega-\frac{1}{C'.\omega})^2}} = \frac{U_m}{\sqrt{R'^2.\omega^2+\omega^2(L'.\omega-\frac{1}{C'.\omega})^2}} = \frac{U_m}{\sqrt{g(\omega)}}$ Q_m est maximale si $\frac{dg}{d\omega} = 0$ alors $\omega_r^2 = \frac{1}{L'.C'} - \frac{R'^2}{2.L'^2}$ soit $\omega_r^2 = \omega_0^2 - \frac{R'^2}{2.L'^2}$ donc $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{R'^2}{8.\pi^2.L'^2}}$.
3.3	AN : $N_r = 119$ Hz et $P_m = R'.I_0^2 = 0{,}056$ w.

CORRIGE ENONCE RLC FORCÉES 05

1.1	L'impédance d'un dipôle est le quotient de la tension entre ses bornes et du courant qui le traverse.
1.2	$u(t) = u_C + u_L + u_R = \frac{q}{C} + L\frac{di}{dt} + R.i$ or $dq = i.dt \Rightarrow q = \int i.dt$ d'où $u(t) = R.i + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i.dt$.
1.3	Impédance du circuit : $Z = \frac{U}{I} = 200\ \Omega$.
2.1	Le circuit est capacitif.
2.2	L'intensité du courant i(t) est en avance de phase sur u(t).
2.3	Phase $\varphi_{u/i}$: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \varphi_{u/i} = -66{,}4°$.
3.1	Oscillations électriques sinusoïdales forcées.
3.2	Diagramme de Fresnel : 
3.3	Valeurs de L et C : $\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} \Rightarrow U_L = U_R.\tan\varphi + U_C = L.\omega.I$ et $L = \frac{U_R.\tan\varphi + U_C}{\omega.I}$; AN : L = 0,18 H. $C = \frac{I}{U_C.\omega}$; AN : $C = 1{,}3.10^{-5}$ F.

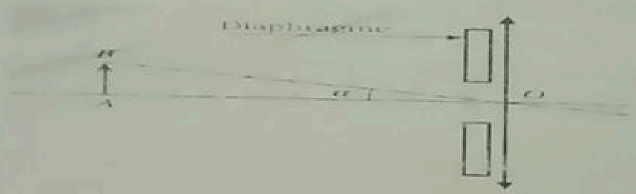
CHAPITRE 13 OPTIQUE GEOMETRIQUE : LES LENTILLES MINCES

1. Définition : Une lentille est un milieu transparent limitée par deux surfaces sphériques dont l'une au moins n'est pas plane.

2.Les conditions d'obtention d'images nettes : conditions de Gauss.

-L'objet est petit et situé au voisinage de l'axe principal ;

-La lentille est diaphragmée.



3. La distance focale : La mesure algébrique $\overline{OF'}$ est appelée distance focale de la lentille : $\overline{OF'} = -\overline{OF}$.

$\overline{OF'} > 0$ pour une lentille convergente.

$\overline{OF'} < 0$ pour une lentille divergente.

4. Construction de l'image d'un objet.

•Cas d'une lentille convergente.

-Image d'un objet réel situé en avant de F :

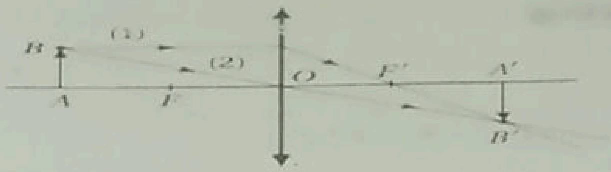


Image réelle renversée (projecteur de diapositives).

-Image d'un objet réel situé entre O et F :

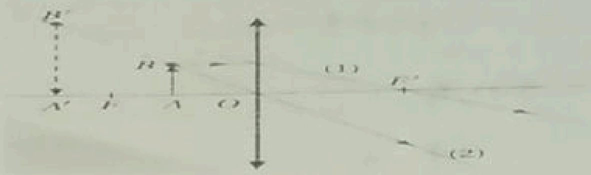


Image virtuelle droite (loupe, lunette d'un hypermétrope).

-Image d'un objet virtuel :

Image réelle droite.

•Cas d'une lentille divergente.

-Image d'un objet réel :

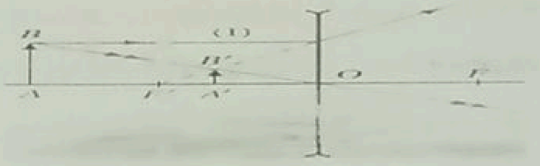


Image virtuelle droite (lunette d'un myope).

-Image d'un objet réel situé entre O et F' :

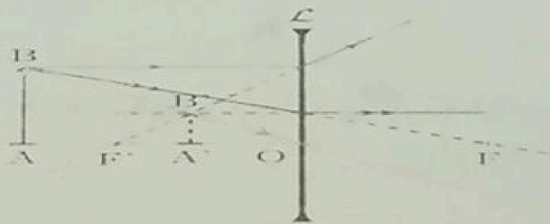


Image virtuelle droite.

-Image d'un objet virtuel situé au-delà de F :

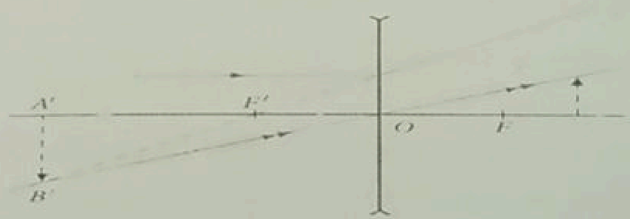
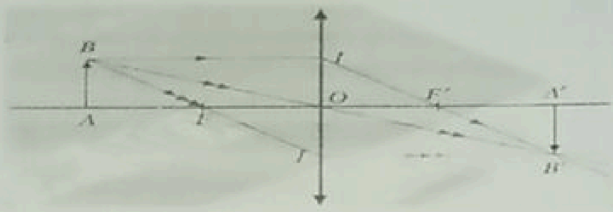


Image virtuelle renversée.

II.FORMULES DES LENTILLES MINCES (FORMULES DE DESCARTES).

1.Formule de conjugaison (formule de position)



D'après la propriété de Thalès :

$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OJ}}$ et dans le triangle OI$A'B'$ donne $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{OJ}} = \frac{\overline{F'A}}{\overline{F'O}}$ (OJ = OI) $\Rightarrow \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA'} - \overline{OF'}}{\overline{F'O}} = 1 - \frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}}$ divisons par $\overline{OA'}$ on obtient $\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$.

Remarques : - $\overline{\mathbf{OA'}} > \mathbf{0}$ si l'image est réelle ;

- $\overline{\mathbf{OA'}} < \mathbf{0}$ si l'image est renversée ;

- $\overline{\mathbf{OA}} < \mathbf{0}$ si l'objet est réel ;

- $\overline{\mathbf{OA}} > \mathbf{0}$ si l'objet est virtuel.

2.Formule de grandissement : C'est le rapport de la taille de l'image par celle de l'objet : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

Remarque : -Si $\gamma > 0$, l'image est droite ;

- si $\gamma < 0$, l'image est renversée par rapport à l'objet.

III.VERGENCE DES LENTILLES MINCES ;

1.Définition : La vergence C d'une lentille mince est l'inverse de sa distance focale image : $C = \frac{1}{\overline{OF'}}$.

2. Vergence d'un système de lentilles accolées.

Considérons un objet AB. La première lentille en donne une image A_1B_1 : $\frac{1}{\overline{OF'_1}} = \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \boldsymbol{C_1}$

L'image A_1B_1 sert d'objet (virtuel pour la seconde lentille) qui en donne une image $A'B'$:

$\frac{1}{\overline{OF'_2}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = \boldsymbol{C_2}$; faisons la somme : $C_1 + C_2 = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$ **d'où C =** $\boldsymbol{C_1 + C_2}$.

La vergence d'un système de deux lentilles minces accolées est égale à la somme des vergences de chacune des lentilles minces constituant le système.

ENONCE LENTILLES MINCES 01

Le microscope optique est un instrument d'optique muni d'un objectif et d'un oculaire qui permet d'agrandir l'image d'un objet de petites dimensions et de séparer les détails de cette image.

En séance de travaux dirigés, un élève de terminale S se propose de vérifier les propriétés du microscope.

Deux lentilles L_1 et L_2 sont telles que $f'_1 = 10$ cm et $f'_2 = 20$ cm. La distance entre les centres optiques est $O_1O_2 = 30$ cm.

1.1 Donner la marche d'un rayon lumineux incident parallèle à l'axe principal d'une lentille convergente.

1.2 Préciser les conditions de Gauss.

1.3 Construire à l'échelle $^1/_5$, l'image définitive $A'B'$ donnée par le système (L_1, L_2), sachant que l'objet AB = 5 cm est placé à 20 cm devant la lentille L_1 (A_1B_1 étant image intermédiaire donnée par L_1).

2.Caractéristiques de l'image $A'B'$.

2.1 Donner la formule de conjugaison relative à la lentille L_1.

2.2 Montrer que $\overline{O_2A_1}$ = - 10 cm.

2.3 Déterminer les caractéristiques (position et nature) de l'image $A'B'$.

3. Vérification du principe du microscope.

3.1 Définir le grandissement d'une lentille mince.

3.2 Calculer les grandissements γ_1 et γ_2 des lentilles L_1 et L_1.

3.3 Déterminer le grandissement γ du système des deux lentilles. Conclure.

ENONCE LENTILLES MINCES 02

La lentille divergente a tendance à éloigner de l'axe principal les rayons lumineux qui la traversent. Elle a la propriété de rassembler les prolongements des rayons lumineux parallèles qui la traversent vers son foyer principal image.

1.Un objet virtuel que l'on représentera par un segment AB perpendiculaire à l'axe principal se trouve à 10 cm derriere une lentille L de vergence C = - 5,0 δ. AB mesure 2,0 cm et A est sur l'axe principal.

1.1 Donner la nature de la lentille L.

1.2 Calculer la distance focale de la lentille L.

1.3 Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB à travers la lentille L. Echelle : $\frac{1}{2}$ pour l'objet et $\frac{1}{4}$ pour les distances sur l'axe.

2. Caractéristiques de l'image $A'B'$

2.1 Citer de quelle marche du rayon la première phrase du texte fait allusion.

2.2 Déterminer par calcul la position de l'image $A'B'$.

2.3 Calculer la grandeur de l'image $A'B'$.

3. On accole à la lentille L, une lentille L' de telle sorte que la lentille unique obtenue ait pour vergence C_{eq} = 10 δ.

3.1 Enoncer la règle de la vergence équivalente à l'association de deux lentilles minces accolées.

3.2 Justifier la nature de la lentille L'.

3.3 Calculer la distance focale de la lentille L'.

ENONCE LENTILLES MINCES 03

L'utilisation d'association de lentilles minces accolées est fréquente lorsqu'il s'agit d'atténuer les aberrations ou d'augmenter une convergence (oculaire).

1.Une lentille biconvexe L_1 a pour vergence + 5,0 δ. On place un objet AB sur l'axe principal à 5,0 m d'un écran fixe ; on constante que la lentille L_1 peut occuper deux positions possibles pour former sur l'écran une image nette de l'objet à travers la lentille L_1.

1.1 Donner les conditions de Gauss.

1.2 Calculer la distance focale de la lentille L_1.

1.3 Déterminer les deux positions possibles que peut occuper la lentilles L_1 pour obtenir une image nette.

2.On accole à la lentille L_1, une autre lentille L_2. Le système optique ainsi obtenu a pour vergence C = + 15 δ.

2.1 Définir la distance focale d'une lentille mince.

2.2 Ecrire la relation liant C, C_1 et C_2.

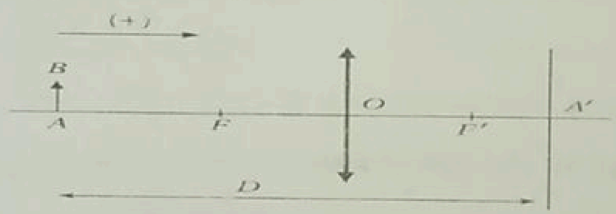
2.3 Déterminer la distance focale de la lentille L_2.

3. On place un objet AB à 40 cm en avant de la lentille L_1 perpendiculairement à son axe principal. On place la deuxième lentille L_2 derrière la lentille L_1, le système optique (L_1 L_2) donne de l'objet AB une image $A'B'$ de même sens et de taille deux fois plus grande que AB.

3.1 Définir le grandissement d'une lentille mince.

3.2 Montrer que le grandissement de la lentille L_2 est γ_2 = - 2.

3.3 Déterminer la position O_1O_2 de la lentille L_2.



ENONCE LENTILLES MINCES 04

Le système à étudier est une lunette astronomique destinée à observer les objets célestes. Un élève de terminale S. pour fixer ses acquis. se propose de vérifier le principe de la lunette en la modélisant par deux lentilles minces convergentes L_1 et L_2.

1.La lentille L_1, de distance focale $f_1' = 3{,}0$ cm, donne d'un objet AB = 2,0 cm situé à 5,0 cm devant L_1 une image A_1B_1. A étant sur l'axe principal.

1.1 Définir une lentille.

1.2 Justifier que l'image A_1B_1 est réelle.

1.3 Déterminer la position de l'image A_1B_1.

2. La lentille L_2, de distance focale $f_2' = 1.5$ cm, placée à la distance $O_1O_2 = 9{,}0$ cm derrière la lentille L_1, donne de A_1B_1 l'image définitive $A'B'$.

2.1 Donner la marche d'un rayon lumineux incident parallèle à principal d'une lentille convergente.

2.2 Préciser la nature de A_1B_1 pour la lentille L_2 (objet virtuel, objet réel).

2.3 Démontrer que l'image $A'B'$ se forme à l'infini.

3 Modélisation schématique.

3.1 Donner les conditions de Gauss.

3.2 Justifier que l'objet A_1B_1 est situé au foyer objet de la lentille L_2.

3.3 Vérifier les résultats précédents par une construction.

ENONCE LENTILLES MINCES 05

Au laboratoire de SVT, un élève de terminale S trouve un microscope optique. Il se propose d'étudier son principe de fonctionnement. On assimilera le microscope à deux lentilles minces convergentes : l'objectif et l'oculaire.

1.L'objectif est une lentille L_1, de centre optique O_1 et de distance focale $f_1' = +10$ mm. Un objet réel AB d'une taille transversale de 100 µm est situé à 11 mm du centre optique O_1.

1.1 Enoncer la marche d'un rayon lumineux incident passant par le foyer principal objet.

1.2 Calculer la vergence C_1 de la lentille L_1.

1.3 Déterminer les caractéristiques (position, nature et taille) de l'image A_1B_1 donnée par AB.

2. L'oculaire est une lentille L_2 de distance focale $f_2' = 200$ mm. L'oculaire joue le rôle d'une loupe et donne de l'objet A_1B_1 une image $A'B'$.

2.1 Donner le principe d'une loupe.

2.2 Préciser les conditions pour lesquelles l'objet A_1B_1 est soit virtuel ou réel pour la lentille L_2.

2.3 Déterminer la distance O_1O_2 qui sépare les deux lentilles pour avoir une image $A'B'$ de nature virtuelle et de taille transversale 10 mm.

3. Grandissement du microscope.

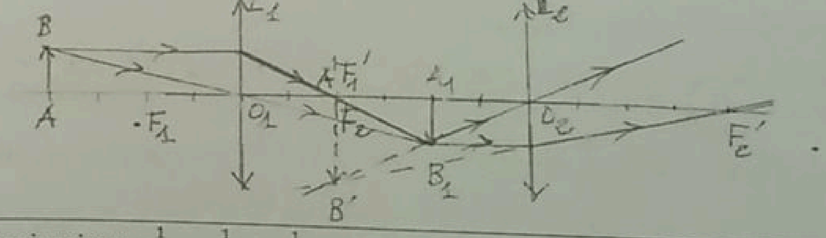
3.1 Définir le grandissement d'une lentille mince.

3.2 Montrer que $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \gamma_1 . \gamma_2$.

3.3 Déterminer le grandissement γ du microscope. Conclure.

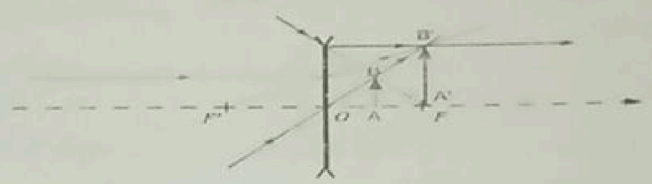
CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 13 : LES LENTILLES MINCES

CORRIGE ENONCE LENTILLES MINCES 01

1.1	Le rayon lumineux incident parallèle à l'axe principal d'une lentille convergente émerge en passant par le foyer principal image.
1.2	-L'objet est petit et situé au voisinage de l'axe principal; -la lentille est diaphragmée.
1.3	Construction: 
2.1	Formule de conjugaison: $\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{\overline{O_1F_1'}}$.

2.2	Mesure algébrique de $\overline{O_2A_1}$: on a $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2}$ or d'après la formule de conjugaison $\overline{O_1A_1} = 20$ cm et donc $\overline{O_2A_1} = -10$ cm.
2.3	Position et nature de l'image : $\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}}$. D'où $\overline{O_2A'} = -20$ cm. Image virtuelle renversée par rapport à l'ábjet.
3.1	C'est le quotient de la taille de l'image par celle de l'objet.
3.2	Grandissements γ_1 et γ_2: $\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -1$; $\gamma_2 = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = 2$.
3.3	Grandissement du système: $\gamma = \gamma_1 . \gamma_2 = -2$. L'image a été agrandi deux fois.

CORRIGE ENONCE LENTILLES MINCES 02

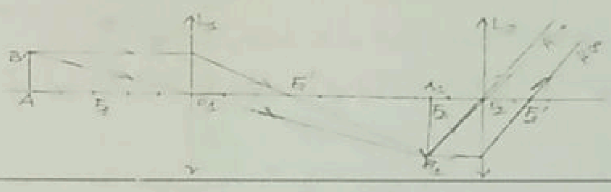
1.1	La lentille L est divergente.
1.2	Distance focale de L: $f'_2 = \frac{1}{C} = -20$ cm.
1.3	Construction de l'image $A'B'$: 
2.1	Il s'agit du rayon lumineux incident parallèle à l'axe prinicipal.
2.2	Position de l'image $A'B'$: $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ $alors$ $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$ 20 cm.
2.3	Grandeur de l'image: $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \overline{AB}.\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 4{,}0$ cm.
3.1	La vergence d'un sytème de deux lentilles minces accolées est égale à la somme des vergences de chacune des lentilles constituent le système.
3.2	$C_{eq} = C + C' \Rightarrow C' = C_{eq} - C = 15$ δ; $C' > 0$ L' es tune lentille convergente.
3.3	Distance focale : $f' = \frac{1}{C'} = 6{,}7$ cm.

CORRIGE ENONCE LENTILLES MINCES 03

1.1	-La lentille est diaphragmée; -L'objet est petit et situé au voisinage de l'axe principal.
1.2	Distance focale f'_1: $f'_1 = \frac{1}{C_1} = 20$ cm.
1.3	Positions possible de la lentille L_1: Soit O une position de la lentille pour laquelle on obtient de l'objet AB une image nette $A'B'$ sur l'écran. $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$ or $\overline{OA'} = \overline{OA} + \overline{AA'}$; en posant $\overline{AA'} = D$ et $\overline{OF'} = f$ on obtient $\overline{OA}^2 + D.\overline{OA} + f.D = 0$; $\Delta = D^2 - 4.D.f$; $\Delta > 0$ si $D > 4.f$; $\overline{O_1A} = \frac{-D + \sqrt{\Delta}}{2} = -21$ cm et $\overline{O_2A} = \frac{-D - \sqrt{\Delta}}{2} = -479$ cm.
2.1	C'est la distance entre le contre optique et le foyer image.
2.2	Relation $C = C_1 + C_2$.
2.3	Distance focale de la lentille L_2: $C_2 = C - C_1 \Rightarrow C_2 = 10$ δ et $f' = \frac{1}{C_2} = 10$ cm.
3.1	C'est le quotient de la taille de l'image par celle de l'objet.
3.2	$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$; $\gamma_2 = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}}$ or $\overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1F'_1}.\overline{O_1A}}{\overline{O_1F'_1} + \overline{O_1A}} = 40$ cm et $\gamma = +2$ et $\gamma_1 = -1 \Rightarrow \gamma_2 = -2$.
3.3	Position O_1O_2: On a $\overline{O_2A'} = -2.\overline{O_2A_1}$ et $\frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}} + \frac{1}{\overline{O_2A_1}}$ par suite $\overline{O_2A_1} = -\frac{3}{2}.\overline{O_2F'_2}$ sachant

	que $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} = 55$ cm.

CORRIGE ENONCE LENTILLES MINCES 04

1.1	Milieu transparent limité par deux surfaces sphériques dont l'une au moins n'est pas plane.
1.2	A_1B_1 est réelle car L_1 est convergente et l'objet est situé en avant de F.
1.3	$\overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1F_1'}.\overline{O_1A}}{\overline{O_1F_1'} + \overline{O_1A}} = 7{,}5$ cm.
2.1	Ce rayon émerge de la lentille en passant par le foyer principal image.
2.2	A_1B_1 est un objet reel pour la lentille L_2.
2.3	$\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} \Rightarrow \overline{O_2A_1} = -9 + 7{,}5 = -1{,}5$ cm; $\frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{\overline{O_2F_2'}} + \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{1{,}5} - \frac{1}{1{,}5} = 0$ donc $\overline{O_2A'}$ tend vers ∞ par suite l'image se forme à l'infini.
3.1	-La lentille est diaphragmée; -L'objet est petit et situé au voisinage de l'axe principal.
3.2	$\overline{O_2F_2} = -\overline{O_2F_2'} = -1{,}5$ cm alors $\overline{O_2F_2} = \overline{O_2A_1}$.
3.3	Construction: 

CORRIGE ENONCE LENTILLES MINCES 05 .

1.1	Le rayon incident passant par le foyer principal objet émerge de la lentille parallèlement à l'axe principal.
.2	Vergence de la lentille L_1: $C_1 = \frac{1}{f_1'} = 100\ \delta$.
1.3	Caractéristiques de A_1B_1: $\overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1F_1'}.\overline{O_1A}}{\overline{O_1F_1'} + \overline{O_1A}} = 110$ mm, image réelle renversée car $\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -10 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ et $\overline{A_1B_1} = -1{,}0$ mm.
2.1	Une loupe fonctionne sur le principe de la lentille convexe: une image virtuelle agrandie d'un objet est créée en avant de la lentille.
2.2	$\overline{A_1B_1}$ est virtuel si $\overline{O_2A_1} > 0$ et reel si $\overline{O_2A_1} < 0$.
2.3	Distance O_1O_2: $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2}$ or $\overline{O_1A_1} = 110$ mm et $\overline{O_2A'} = \frac{f_2'.\overline{O_2A_1}}{f_2' + \overline{O_2A_1}} = \overline{O_2A_1}.\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ Soit $\overline{O_2A_1} = -202$ mm, par suite $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_1} - \overline{O_2A_1} = 312$ mm.
3.1	C'est le quotient de la taille de l'image par celle de l'objet.
3.2	$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ et $\gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}}$ or $\gamma = \gamma_1.\gamma_2 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}.\frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.
3.3	Grandissement du système : $\gamma = \frac{0{,}010}{10^{-4}} = 100$.

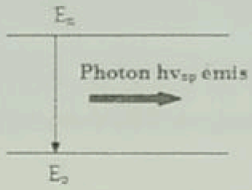
CHAPITRE 14 : NIVEAUX D'ENERGIE DE L'ATOME

1. Postulats de Bohr : Quantification de l'énergie de l'atome

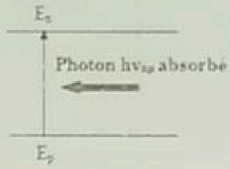
-l'énergie d'un atome ne peut prendre qu'un certain nombre de valeurs discontinues et croissantes E_1, E_2, E_3, ... E_p, ... E_n : on dit que l'énergie de l'atome est quantifiée.

-L'atome ne peut exister dans certains états d'énergie bien définis appelés niveaux d'énergie.

-l'émission d'un photon de fréquence $\upsilon_{n,p}$ correspond au passage de l'atome d'un niveau d'énergie supérieure E_n à un niveau d'énergie inférieure E_P ($E_n > E_P$).



-L'absorption d'un photon de fréquence $\upsilon_{n,p}$ correspond au passage de l'atome d'un niveau d'énergie inférieure E_P à un niveau d'énergie supérieure E_n ($E_n > E_P$).



L'energie du photon absorbée ou émise est : $\Delta E = |E_n - E_P| = \mathbf{h}.\upsilon_{n,p} = \mathbf{h}.\frac{C}{\lambda}$, avec $\upsilon = \frac{C}{\lambda}$; **h = 6,63.10^{-34} S.I** (constante de Planck) ; λ : Longueur d'onde (μm) et υ : fréquence en Hertz (Hz) ; ΔE en Joules (J).

2.MIVEAUX D'ENERGIE DE L'ATOME D'HYDROGÈNE

1.Energie de l'atome d'hydrogène

Les valeurs de l'énergie de l'atome d'hydrogène sont quantifiées (discrètes) ; elles correspondent au nombre quantique principal n.

E_n **(e.v)** = $-\frac{13,6}{n^2} = -\frac{E_0}{n^2}$, n ∈ N^* ; avec E_0 **= 2,18.10^{-18} J = 13,6 e.v.**

2.Etat fondamental-Etat excité.

L'état fondamental correspond à l'état d'énergie minimale (n = 1 ⇒ E_1 = - 13,6 e.v) : C'est l'état le plus stable.

-Lorsque n > 1 ⇒ l'atome est dans un état excité.

3.Energie d'ionisation : C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène dans son état fondamental pour lui arracher son électron.

$E_i = E_\infty - E_1 = E_0$ = **13,6 e.v.**

Remarques : - L'ionisation d'un atome peut se réaliser par l'absorption d'un photon : celui-ci apporte l'énergie E_i = h.υ. Mais un photon de fréquence $\upsilon' > \upsilon$ peut également être absorbé : l'énergie E_i sert à l'ionisation et le reliquat ΔE - $E_i = E_C$ apparait sous forme d'énergie cinétique de l'électron arraché.

4.Série de raies d'émission.

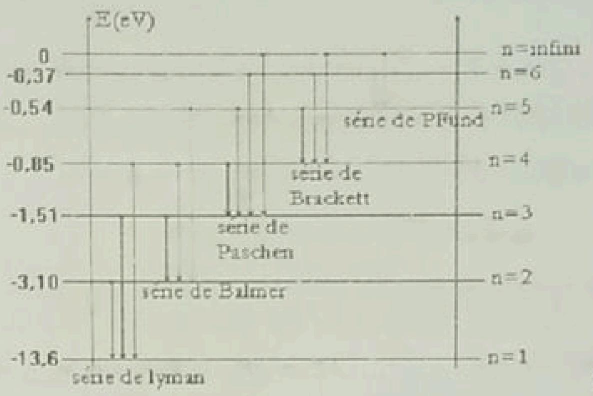
L'ensemble de raies qui constitue le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène peut être classé en séries.

$E = E_n - E_P = h.\upsilon_{n,P}$ or $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ et $E_P = -\frac{E_0}{P^2}$ avec $E_n > E_P \Rightarrow E = -E_0(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{P^2}) = h.\frac{C}{\lambda_{n,P}}$

Soit $\frac{1}{\lambda_{n,P}} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$ soit $R_H = \frac{E_0}{h.C}$ **Constante de Rydberg** ; $R_H = 1,09.10^7\ m^{-1} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{n,P}} = R_H(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$.

5.Diagramme d'énergie

Les flèches verticales indiquent les transitions électroniques possibles et des longueurs d'ondes.



GÉNÉRALISATION : -

Le spectre d'émission d'une substance constitue sa carte d'identité.

-Le spectre de raie d'absorption ou d'émission des autres atomes sont beaucoup complexes que ceux de l'atome d'hydrogène. Ceci à cause des interactions entre les électrons.

ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 01

Donnée : C = $3,00.10^8$ m/s ; h = $6,63.10^{-34}$ S.I : 1 e.v = $1,60.10^{-19}$ J.

Pour consolider les acquis, un professeur propose à ses élèves de terminale S le travail dirigé suivant.

1.Le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène est obtenu à partir de la formule $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (e.v).

1.1 Présenter le nombre n qui apparaît dans le diagramme.

1.2 Donner la valeur de l'énergie de l'état de stabilité de l'atome d'hydrogène.

1.3 Démontrer que l'atome d'hydrogène est ionisé si on lui fournit l'énergie 13,6 e.v

2. L'atome d'hydrogène est excité sur le niveau d'énergie n = 3.

2.1 Nommer cet état (haute énergie ou basse énergie).

2.2 Donner le devenir de l'atome lorsqu'il est excité sur le niveau n = 3 (absorption d'un photon ou émission d'un photon).

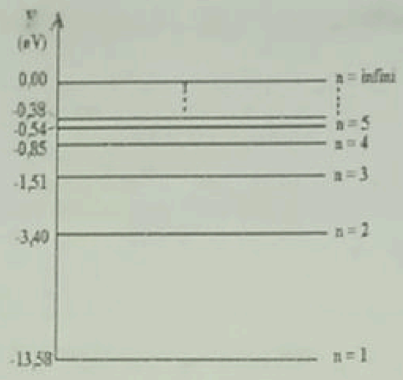
2.3 Démontrer qu'en se désexcitant vers le niveau n = 2, l'atome émet un photon de longueur d'onde λ = 658 nm.

3. Une radiation émise par l'atome d'hydrogène a une énergie E = + 2,54 e.v, faisant partie de la série de Balmer (retour au niveau n = 2).

3.1 Définir une transition électronique.

3.2 Déterminer la transition électronique correspondante à cette émission.

3.3 Calculer la longueur d'onde correspondante.



ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 02

Données : C = $3{,}00.10^8$ m/s ; h = $6{,}63.10^{-34}$ S.I ; $R_H = 1{,}10.10^7\ m^{-1}$.

Les états que peut prendre un atome sont souvent décrits en première approximation par les différents niveaux d'énergie de ses couches électroniques, ce qui permet notamment de prédire son spectre d'émission ou d'absorption des photons.

1.Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ (e.v). n ∈ N^*. L'atome est dans son état fondamental.

1.1 Donner la valeur de l'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène en joules.

1.2 Etablir la relation donnant la longueur d'onde de radiation du photon émis ou absorbé en fonction de n, p, C, h et E_0 (n > P).

1.3 Déterminer la plus courte longueur d'onde λ_{lim} de la serie de Balmer (retour au niveau n = 2).

2. L'atome d'hydrogène est dans l'état excité correspondant au niveau d'énergie n = 1.

2.1 Nommer la série des raies appartenant à la transition du niveau d'énergie supérieure au niveau d'énergie n = 1

2.2 Montrer que $\frac{1}{\lambda} = R_H(1-\frac{1}{n^2})$ pour cette série. Préciser l'expression de R_H.

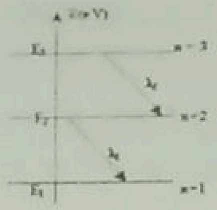
2.3 Déterminer la plus longue longueur d'onde de cette série.

3. Soit le diagramme ci-dessous, donnant les niveaux d'énergie simplifiés de l'atome d'hydrogène. Lorsque l'atome passe de E_2 à E_1, il émet une radiation de longueur d'onde λ_1 = 118 nm : lorsqu'il passe de E_3 à E_2, il émet une radiation de longueur d'onde λ_2 = 782 nm. Lorsque l'atome, initialement dans son état fondamental, est éclairé par un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ convenable, il peut directement passer du niveau E_1 au niveau E_3.

3.1 Définir la longueur d'onde de radiation.

3.2 Montrer que $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$.

3.3 Calculer la valeur de la longueur d'onde λ.



ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 03

Données : 1 e.v = $1,60.10^{-19}$ J.

La mécanique quantique montre que l'état fondamental de l'atome d'hydrogène est caractérisé par une énergie E_1 = - 13,6 e.v et chaque niveau excité n > 1 est définie par une énergie $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ ($n \in N^*$) avec E_0 = 13,6 e.v.

1.1 Définir l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

1.2 Montrer que pour une transition d'un niveau n à un niveau P (n > P), on a : $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$.

1.3 Vérifier par calcul que $R_H = 1,10.10^7\ m^{-1}$.

2 Dans la série de Balmer (retour au niveau n = 2), l'atome H émet un spectre contenant 4 raies visibles, on se propose de calculer deux longueurs d'ondes de deux raies de ce spectre correspondant à P = 2 ($\lambda_{3,2}$) et P = 4 ($\lambda_{4,2}$).

2.1 Définir une transition électronique.

2.2 En utilisant ∆E, comparer les longueurs d'ondes $\lambda_{3,2}$ et $\lambda_{4,2}$ sans faire de calculs.

2.3 Calculer les valeurs des longueurs d'ondes $\lambda_{3,2}$ et $\lambda_{4,2}$

3. L'atome H est dans son état fondamental (n = 1), on l'excite à l aide d'un photon incident d'énergie W = 30,8 e.v.

3.1 Définir un état excité.

3.2 Expliquer le comportement de l'atome H lors de l'excitation.

3.3 Déterminer l'énergie cinétique de l'électron H éjecté en joules.

ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 04

Donnée : $R_H = 1,097.10^7\ m^{-1}$.

Dans le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène, on trouve les quatre raies suivantes, caractérisées par leur longueur d'onde : λ_1 = 410 nm (violet), λ_2 = 434,1 nm (Indigo), λ_3 = 486,1 nm (bleu), λ_4 = 656,3 nm (rouge). On donne le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène ci-dessous.

1.1 Donner la signification : les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont quantifiés.

1.2 Etablir la relation : $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{P^2} - \frac{1}{n^2})$, n > P.

1.3 Démontrer que la longueur d'onde maximale λ_{max} correspondant à la transition de l'électron du niveau n > 2 au niveau n = 2 est $\lambda_{max} = \lambda_4$.

2. L'atome est dans son niveau d'énergie E_2, il reçoit un photon incident de longueur d'onde λ = 486,1 nm.

2.1 Définir le spectre d'absorption.

2.2 Justifier que le photon est absorbé.

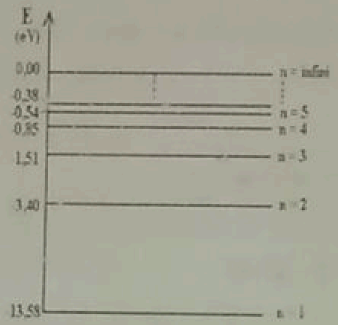
2.3 Déterminer la transition correspondante.

3. L'atome est toujours dans son état n = 2.

3.1Définir l'état fondamental de l'atome d'hydrogène.

3.2 Préciser si une absorption est un gain ou perte d'énergie.

3.3 Déterminer la transition correspondant à la radiation de longueur d'onde λ_2.



ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 05

L'atome d'hydrogène est formé d'un seul électron en mouvement autour d'un proton. C'est le plus simple des atomes. Les niveaux d'énergie sont quantifiés selon la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (e.v) ; n ∈ N^*.

1.Diagramme d'énergie.

1.1 Donner la valeur de l'énergie du niveau fondamental en e.v.

1.2 Expliquer la phrase : les niveaux d'énergie sont quantifiés.

1.3 Représenter le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome H (on se limitera aux 4 premiers niveaux et le niveau d'énergie zéro).

2. Absorption d'énergie.

2.1 Définir le spectre d'absorption.

2.2 Préciser le comportement de l'atome, pris dans son état fondamental, il reçoit un photon d'énergie.

2.3 Justifier le comportement de l'atome H, pris dans son étal fondamental lorsqu'il reçoit un photon d'énergie 15,6 e.v.

3. Emission d'énergie.

Un atome d'hydrogène à l'état fondamental (n = 1) qui reçoit de l'énergie peut donc si cette énergie est adaptée, passer à des niveaux d'énergie supérieures. Cet atome qui possède un surplus d'énergie est dans un état excité. Il se désexcite pour retrouver un état plus stable en émettant de l'énergie sous forme lumineuse.

3.1 Définir l'énergie d'ionisation.

3.2 Préciser à quoi correspond une désexcitation (émission ou absorption).

3.3 Déterminer les longueurs d'onde extrêmes des radiations correspondants à la série de Paschen (retour d'un niveau n > 3 sur le niveau n = 3).

CORRIGE ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 01

1.1	Le nombre n est le nombre quantique principal.
1.2	Energie de l'état de stabilité de l'atome d'hydrogène E_1 = - 13.6 eV.
1.3	Ionisation : ΔE = E_i - E_1 = 13.6 – 13.6 = 0 donc pour n = ∞, ΔE = 0.
2.1	C'est un état dont l'énergie est élevée.
2.2	Il y a absorption d'un photon.
2.3	On a : $\|E_3 - E_2\| = \frac{h.C}{\lambda_{3,2}} \Rightarrow \lambda_{3,2} = \frac{h.C}{\|E_3 - E_2\|}$; $\lambda_{3,2}$ = 658 nm.
3.1	C'est le passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un autre.
3.2	Transition électronique : P = 2 ; E = $E_0(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow n = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} - \frac{E}{E_0}}}$, n = 4. Transition de n = 4 à n = 2.
3.3	Longueur d'onde : E = $\frac{h.C}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h.C}{E}$ = 489 nm.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 02

1.1	Energie $E_1(n = 1)$ = - 13,6 eV = - $2,18.10^{-18}$ J.
1.2	Relation : $E_n - E_P = -\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{p^2} = E_0(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2}) = \frac{h.C}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$.
1.3	Longueur d'onde limite : P = 2 et n = ∞ ⇒ $\lambda_{lim} = \frac{4.h.C}{E_0}$; λ_{lim} = 365 nm.
2.1	Il s'agit de la série de Lyman.
2.2	De la relation $\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(1 - \frac{1}{n^2})$, P = 1 ; en posant $R_H = \frac{E_0}{h.C} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H(1 - \frac{1}{n^2})$.
2.3	La plus longue longueur d'onde correspond à la transition n = 1 à n = 2 ; λ = $\frac{1}{R_H(1-\frac{1}{4})}$; λ= $\frac{4}{3.R_H}$; λ = 121 nm.
3.1	Distance séparant deux maximas consécutifs de l'amplitude.
3.2	$E_3 - E_1 = (E_3 - E_2) + (E_2 - E_1)$; $\frac{h.C}{\lambda} = \frac{h.C}{\lambda_{3,2}} + \frac{h.C}{\lambda_{2,1}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$.
3.3	Valeur de la longueur d'onde λ = 103 nm.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 03

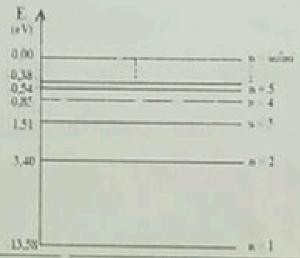
1.1	C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène dans son état fondamental pour lui arracher son électron.
1.2	$E_n - E_P = -\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{p^2} = E_0(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2}) = \frac{h.C}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$; en posant $R_H = \frac{E_0}{h.C}$ on obtient $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2})$.
1.3	Valeur de R_H : $R_H = 1,10.10^7\ m^{-1}$.
2.1	Passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un autre.
2.2	Comparaison : ΔE = $E_4 - E_2 = (E_4 - E_3) + (E_3 - E_2)$ or ΔE = $\frac{h.C}{\lambda}$; $\frac{h.C}{\lambda_{4,2}} = \frac{h.C}{\lambda_{4,3}} + \frac{h.C}{\lambda_{3,2}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{4,2}} = \frac{1}{\lambda_{4,3}} + \frac{1}{\lambda_{3,2}}$; $\lambda_{4,2} > \lambda_{3,2}$ par suite $\lambda_{3,2}$ est la plus longue longueur d'onde par rapport à $\lambda_{4,2}$.
2.3	Valeurs des longueurs d'onde : $\lambda_{3,2} = \frac{1}{R_H(\frac{1}{4} - \frac{1}{9})}$ = 655 nm et $\lambda_{4,2} = \frac{1}{R_H(\frac{1}{4} - \frac{1}{16})}$ = 485 nm.
3.1	Etat d'un atome dont l'énergie est plus élevée que celle de l'état fondamental.
3.2	Le photon est absorbé, une partie de l'énergie sert à son ionisation et le reliquat est transformé sous forme d'énergie cinétique de l'électron éjecté.
3.3	Energie cinétique de l'électron éjecté : E_C = W - E_i ; AN :

	$E_c = (30,8 - 13,6).1,60.10^{-19} = 2,75.10^{-18}$ J.

CORRIGE ENONCE NIVEAUX D'ENERGIE 04

1.1	D'après le postulat de Bohr, l'énergie d'un atome ne peut prendre qu'un certain nombre de valeurs discontinues et croissantes.
1.2	Relation : $E_n - E_P = -\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{P^2} = E_0(\frac{1}{P^2} - \frac{1}{n^2}) = \frac{h.C}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.C}(\frac{1}{P^2} - \frac{1}{n^2})$; en posant $R_H = \frac{E_0}{h.C}$ on obtient $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{P^2} - \frac{1}{n^2})$.
1.3	Longueur d'onde maximale = longueur d'onde la plus longue : P = 2 et n = 3. $\lambda_{3,2} = \lambda_{max} = \frac{1}{R_H(\frac{1}{4} - \frac{1}{9})} = 656.3$ nm $= \lambda_4$.
2.1	Le spectre d'absorption est le spectre obtenu par le passage d'une onde électromagnétique (lumière) à travers un milieu transparent ou semi-transparent dans lequel l'absorption affaiblit, voire élimine.
2.2	$\lambda_3 = 486.1$ nm fait partie des quatre raies d'émission de l'atome d'hydrogène, l'atome subit une excitation.
2.3	Transition correspondante : P = 2 ⇒ n $= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{R_H \lambda_3}}} = 4$. Transition n = 4 vers n = 2.
3.1	Etat de stabilité de l'atome d'hydrogène dont l'énergie est plus basse.
3.2	Une absorption est un gain d'énergie.
3.3	Transition électronique correspondant à λ_2 : n $= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{R_H \lambda_3}}}$; n = 5. Transition de n = 5 vers n = 2.

ENONCE NIVEAUX ENERGIF ATOMES 05

1.1	Niveau fondamental n = 1, $E_1 = -13,6$ eV.
1.2	D'après le postulat de Bohr, l'énergie d'un atome ne peut prendre qu'un certain nombre de valeurs discontinues et croissantes.
1.3	Digramme d'énergie : 
2.1	Le spectre d'absorption est le spectre obtenu par le passage d'une onde électromagnétique (lumière) à travers un milieu transparent ou semi-transparent dans lequel l'absorption affaiblit, voire élimine.
2.2	Lorsqu'on fournit à l'atome une énergie adaptée, l'atome absorbe cette énergie, il devient excité et passe du niveau fondamental au niveau excité n > 1.
2.3	Cette énergie dépasse l'énergie d'ionisation (13,6 eV). L'atome est donc ionisé et l'électron libre, dont l'énergie n'est pas quantifiée part avec une énergie cinétique : $E_C = 15,6 - 13,6 = 2,0$ eV.
3.1	C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène dans son état fondamental pour lui arracher son électron.
3.2	Une désexcitation correspond à une émission.

11

3.3	Longueurs d'onde extrêmes $\lambda_{4,3}$ et $\lambda_{\infty,3}$ $\lambda_{n,P} = \frac{1}{R_H(\frac{1}{P^2}-\frac{1}{n^2})}$; La plus longue $\lambda_{4,3}$ = 1875 nm et la plus courte = $\lambda_{lim} = \frac{9}{R_H}$ = 820 nm.

CHAPITRE 15 : NOYAU ATOMIQUE. RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

I. Quelques définitions

1.Caractéristiques d'un noyau d'atome ;

La représentation symbolique du noyau d'un atome est : ${}^{A}_{Z}X$ avec N = A – Z est le nombre de neutrons.

2. Nucléide : C'est l'ensemble des noyaux ayant le même nombre de nucléons A et le même nombre de protons Z.

3. Elément chimique : Un élément chimique est l'ensemble des atomes ayant le même numéro atomique Z.

4. Isotopes : Des noyaux sont appelés isotopes s'ils ont le même numéro atomique mais de nombres de masse A différents.

5. Grandeur du noyau : $V = \frac{4}{3}\pi.R^3$; $R = R_0.A^{\frac{1}{3}}$ avec R_0 = 1,3 fm. **Avec R_0 le rayon de l'atome de BOHR.**

II. Equivalence masse – énergie : La relation d'Einstein $E = m.C^2$

2.Unité de masse atomique : $1\ u = \frac{1}{12}.m_C = \frac{12.10^{-3}}{12.N_A} = 1{,}66054.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C^2.

3.Défaut de masse : La masse du noyau est inférieure à la somme des masses des nucléons qui le constituent : $m_{noyau} < Z.m_P + (A - Z).m_n$. Le défaut de masse est $\Delta m = Z.m_P + (A - Z).m_n$.

4.1Energie de liaison du noyau : C'est l'énergie qu'il faut fournir pour séparer un noyau au repos en ses nucléons libres au repos.

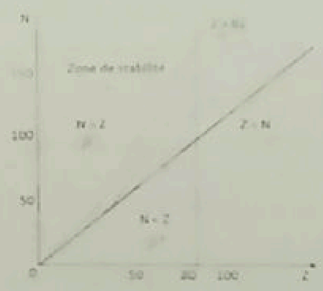
$E_l = \Delta m.C^2$ avec E_l en MeV ; Δm en kg ; C = célérité de la lumière dans le vide en m/s.

4.2Energie de liaison par nucléon : C'est le quotient de l'énergie de liaison par le nombre de nucléons : $E_A = \frac{E_l}{A}$.

Remarque : Un nucléide est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est grande.

III.RACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

1.Stabilité des noyaux : Courbe de stabilité d'Aston



2 Radioactivité : Phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables se transforment spontanément en d'autres atomes en émettant simultanément des particules de matière et de l'énergie.

2.1 Différents types de radioactivités

2.1.1 Lois de conservation : ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^{A''}_{Z''}P$ Les lois de conservation de Soddy impose :

-Conservation du nombre de nucléons A : A = $A' + A''$;

-Conservation du nombre de charge Z : Z = $Z' + Z''$.

•**Radioactivité α :** ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He.$ Exemple : ${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He.$

Les particules α sont émises avec une vitesse V = 20.000 km/s. Elles sont très dangereuses mais elles sont arrêtées par une feuille de papier.

• **Radioactivité β^- :** ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e + \overline{\upsilon}$ (antineutrino)

Exemple : ${}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}_{-1}^{0}e + \bar{\upsilon}$

-Origine de l'électron expulsé : ${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}_{-1}^{0}e$

Les particules β^- sont assez peu pénétrantes avec une vitesse V = 290.000 km/s mais elles sont arrêtées par quelques mm d'aluminium.

•**Radioactivité β^+ :** ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e + \upsilon$ (neutrino).

Exemple : ${}^{15}_{15}Co \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}_{+1}^{0}e + \upsilon$; Exemple : ${}^{208}_{83}Bi \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + {}_{+1}^{0}e + \upsilon$.

-Origine du positon expulsé : ${}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}_{+1}^{0}e.$

Les particules Beta + ont une durée de vie très courtes. Elles annihilent à l'encontre d'un électron pour donner de l'énergie sous forme électromagnétique γ.

2.1.2 Désexcitation gamma γ : Le noyau fils est en général obtenu dans un état excité noté Y^* (instable). Il se désexcite en émettant un rayonnement électromagnétique γ.

$Y^* \longrightarrow Y + \gamma$

Exemple : ${}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}_{-1}^{0}e + \bar{\upsilon} + \gamma.$

IV.LOI DE DÉCROISSANCE RADIOACTIVE.

L'équation différentielle est $\frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$. La solution de cette équation différentielle est la loi de décroissance radioactive : $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$; $m(t) = m_0.\, e^{-\lambda t}$ et $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$; $n(t) = n_0.e^{-\lambda t}$.

1.Demi-vie radioactive ou période radioactive : C'est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs présents se désintègrent.

$N(T) = \frac{N_0}{2}$ soit $N(T) = N_0.e^{-\lambda T} \Rightarrow N_0.e^{-\lambda T} = \frac{N_0}{2}$ alors $e^{-\lambda T} = \frac{1}{2}$ par suite : $T = \frac{ln2}{\lambda}$.

2.Activité d'une source radioactive : C'est le nombre de désintégration par seconde dans l'échantillon.

$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda.N(t) \Rightarrow A(t) = \lambda.N_0.e^{-\lambda t} = A_0.\, e^{-\lambda t}$; avec $A_0 = \lambda N_0$

1 ci (curie) = $3{,}7.10^{10}$ Bq (Becquerel) = $3{,}7.10^{10}$ désintégrations/s.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 01

Données : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$; M(I) = 131 g/mol ; tellure ($_{52}Te$) ; xénon ($_{54}Xe$).

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes 131 ($^{131}_{53}I$) ou 123 ($^{123}_{53}I$) de l'iode.

1.Pour cette scintigraphie, un patient ingère une masse m = 1,00 µg de l'iode $^{131}_{53}I$.

1.1 Définir les isotopes d'un élément chimique.

1.2 Donner la composition du noyau de l'isotope $^{131}_{53}I$.

1.3 Déterminer le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans la dose ingérée.

2. L'isotope $^{131}_{53}I$ est radioactif β^-.

2.1 Définir un nucléide radioactif.

2.2 Préciser les lois de conservation de désintégration radioactive.

2.3 Ecrire l'équation de désintégration de l'iode 131(le noyau fils n'étant pas produit dans un état excité).

3. La demi-vie de l'isotope $^{131}_{53}I$ vaut 8,0 jours. L'examen est pratiqué 4 h après l'ingestion de l'iode radioactif $^{131}_{53}I$. On suppose que le nombre de noyaux initiaux contenu dans l'échantillon au moment de l'ingestion est $N_0 = 4{,}63.10^{15}$ atomes.

3.1 Définir l'activité d'une source radioactive.

3.2 Etablir l'expression de l'activité initiale A_0 en fonction de N_0 et T. calculer sa valeur.

3.3 Déterminer l'activité A de l'échantillon de l'iode 131 à l'instant de l'examen.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 02

Le thorium (^{230}Th) est utilisé dans la datation des coraux et concrétions carbonatées ainsi que dans la datation des sédiments marins et lacustres

Dans un échantillon de thorium 230, on appelle N(t) le nombre de noyaux de thorium présents à chaque date t et N_0 celui des noyaux présents à la date t = 0. On donne la courbe $\frac{N(t)}{N_0}$ = f(t). Le noyau de thorium est un émetteur α et se désintègre pour donner du $_{88}Ra$.

1.1 Définir la demi-vie radioactive.
1.2 Ecrire l'équation de désintégration du thorium 230.
1.3 Vérifier que la demi-vie du thorium est T = 7,5.10⁴ ans.

2.Une famille radioactive est composée d'un ensemble de noyaux radioactifs tous issus d'un noyau initial instable qui, de père en fils, par désintégrations successives conduisent à un noyau stable, le plomb 206. L'uranium 238, dissous à l'état de traces dans l'eau de mer, produit les réactions nucléaires suivantes : $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}U \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa \longrightarrow {}^{234}_{Z_4}U \longrightarrow {}^{230}_{Z_5}Th$.

2.1 Donner les lois de désintégration radioactive.

2.2 Justifier le type de radioactivité des deux premières transformations.

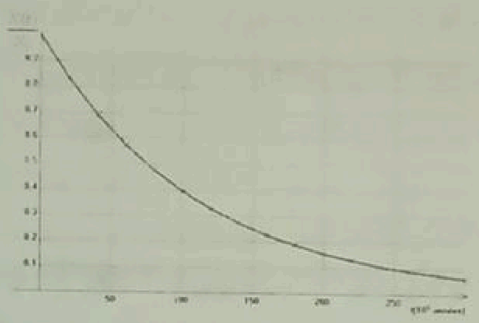
2.3 Déterminer les valeurs de z_4 et z_5.

3. Au début de leur formation, les concrétions carbonatées des coraux contiennent de l'uranium 238 et pas de thorium 230. La méthode de datation de ces carbonates repose sur le rapport $\frac{N(^{230}Th)}{N(^{238}U)}$ qui augmente au cours du temps jusqu'à l'équilibre séculaire. Ceci correspond à l'état où les deux populations des noyaux d'uranium et thorium ont même activité.

3.1 Définir l'activité d'une source radioactive.

3.2 Montrer que $A(t) = \lambda.N(t)$.

3.3 Démontrer qu'à l'équilibre séculaire le rapport $\frac{N(^{230}Th)}{N(^{238}U)}$ est constant.



ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 03

Données : m (Bi) = 210,0535 u ; $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$; m(Po) = 210,0342 u ; m(Pb) = 206,0295 u ; m_α = 1,0086 u ; m_p = 1,0072 u ; 1MeV = $1,6.10^{-13}$ J ; 1u = $1,66.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C^2 ; 1j = 86400 s ; m_n = 1,0087 u.

Un isotope du bismuth ^A_ZBi est radioactif émetteur β^-, sa désintégration donne un noyau de polonium 210.

1.1 Définir l'énergie de liaison.

1.2 Ecrire l'équation de désintégration du bismuth. Donner l'origine de la particule β^- émise au cours de cette désintégration.

1.3 Déterminer l'énergie de liaison par nucléon du noyau de bismuth.

2. À l'instant t = 0, on considère un échantillon de bismuth de masse m_0 = 1,0 g. Soit m(t) la masse de bismuth restant à la date t.

2.1 Définir la période radioactive.

2.2 Montrer que $\lambda = \frac{ln4}{10}$ sachant que $m(t + 10j) = \frac{m(t)}{4}$. Calculer la valeur de λ.

2.3 Déterminer la masse restante de bismuth à la date t = 18 jours.

3. Activité de la source radioactive bismuth.

3.1 Définir l'activité d'une source radioactive.

3.2 Montrer que $A(t) = \lambda.\frac{m_0}{M(Bi)}.N_A.e^{-\lambda t}$.

3.3 calculer l'activité du bismuth à t = 18 jours.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 04.

Un laboratoire reçoit un échantillon de 1,0 mg de cadmium radioactif $^{107}_{48}Cd$, de demi-vie T = 6 h 42 mn. Il se désintègre en $^{107}_{47}Ag$ avec émission d'une particule chargée.

1.1 Nommer la particule chargée émise.
1.2 Ecrire l'équation de désintégration du cadmium sachant que qu'il y a aussi émission d'un rayonnement.
1.3 Calculer la constante radioactive du cadmium.

2.Au moment de la réception, le cadmium contenait N_0 noyaux.

2.1 Etablir l'expression de N_0 en fonction de N_A, m_0 et M(masse molaire).

2.2 Préciser l'origine de la particule chargée émise lors de la désintégration du cadmium.

2.3 Calculer le nombre N_0 de noyaux contenus dans l'échantillon de 1,0 mg.

3. Au fil du temps, le nombre de noyau de cadmium diminue. On suppose que la constante radioactive du cadmium vaut $\lambda = 2{,}87.10^{-5}\ s^{-1}$.

3.1 Définir l'activité d'une source radioactive.

3.2 Donner l'expression de l'activité à la date t, d'un échantillon radioactif contenant N(t) noyaux.

3.3 Démontrer que l'activité du cadmium aura diminué de $\frac{3}{4}$ de l'activité initiale, au bout d'une durée t = 2h47 mn.

ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 05

Les trois parties sont indépendantes.

Partie I : On donne la réaction suivante : $^{228}_{90}Th \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}Ra + \gamma$.

1.1 Définir l'énergie de liaison d'un noyau radioactif.
1.2 Justifier l'origine de la particule γ.
1.3 Déterminer l'énergie de liaison du noyau du thorium en MeV.

Données : m(Th) = 228,0287 u ; m(He) = 4,0026 u ; m(Ra) = 224,0202 u ; m_n = 1,00866 u ; m_p = 1,007276 u ; 1u = $1{,}66.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C^2.

Partie II . Le bismuth $^{212}_{83}Bi$ est radioactif et émetteur α. Une source radioactive de bismuth contenant initialement 0,10 g de bismuth montre qu'il produit $4{,}484.10^{1}$ désintégrations en 15 minutes.

2.1 Donner les lois de désintégration radioactive.

2.2 Ecrire l'équation de désintégration du bismuth sachant que le noyau fils est le Plomb.

2.3 Déterminer la période radioactive du bismuth.

Partie III : L'uranium $^{238}_{92}U$ est à l'origine d'une famille radioactive qui conduit à un isotope stable du plomb $^{206}_{82}Pb$. Ces désintégrations successives s'accompagnent d'émission de particules α et β^-. On assimile l'ensemble à la réaction : $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\alpha + y\beta^-$.

3.1Définir la radioactivité.

3.2 Donner la composition du noyau de plomb.

3.3 Déterminer les valeurs x et y.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 15 : NOYAU ATOMIQUE- RADIOACTIVITE

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 01

1.1	Des noyaux sont isotopes lorsqu'ils ont le même numéro atomique mais de nombres de masse différents.
1.2	Composition du noyau : Z = 53 protons et N = 131 – 53 = 78 neutrons.
1.3	Nombre de noyaux : $N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A$; AN : $N_0 = 4{,}63.10^{15}$ atomes.
2.1	Un nucléide radioactif contient un noyau instable dont le nombre de nucléons ou la composition relative en protons et neutrons ne correspond pas à une situation stable.
2.2	Lois de désintégration : conservation du nombre de nucléon et conservation du nombre de charge.
2.3	Equation de désintégration : ${}^{131}_{53}I \longrightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e + \bar{\upsilon}$.
3.1	C'est le nombre de désintégration par seconde d'une source radioactive.
3.2	Expression de A_0 : $A_0 = \lambda.N_0$ or $\lambda = \frac{ln2}{T} \Rightarrow A_0 = N_0.\frac{ln2}{T}$; AN : $A_0 = 4{,}64.10^9$ désint/s.
3.3	Activité de l'iode 131 : A(t) = $A_0.e^{-\frac{ln2}{T}.t}$; AN : A(t = 4 h) = $4{,}57.10^9$ désintégrations/s.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE. RADIOACTIVITE 02

1.1	C'est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs présents se désintègrent.
1.2	Equation de désintégration : ${}^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{226}_{88}Ra + \gamma$.
1.3	Demi-vie du thorium : La courbe montre $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{2}$ pour T = 75.10^3 ans
2.1	Lois de désintégration : conservation du nombre de nucléon et conservation du nombre de charge.
2.2	-Première désintégration α car le nombre de nucléon diminue de 4 et le nombre de charge de 2. -Deuxième désintégration β^- car seul le nombre de charge augmente de 1.
2.3	Valeurs de z_4 et z_5 : $91 = z_4 - 1$(désintégration β^-) $\Rightarrow z_4 = 92$; $92 = z_5 + 2 \Rightarrow z_5 = 90$ (désintégration α).
3.1	C'est le nombre de désintégrations radioactive par seconde.
3.2	A(t) = - $\frac{dN(t)}{dt}$ or N(t) = $N_0.e^{-\lambda t} \Rightarrow$ A(t) = $\lambda N_0.e^{-\lambda t}$ soit A(t) = λ N(t).
3.3	Equilibre séculaire : A(Th) = λ_{Th}.N(Th) et A(U) = λ_U.N(U), on a : A(Th) = A(U) Soit λ_{Th}.N(Th) = λ_U.N(U) alors $\frac{N(Th)}{N(U)} = \frac{\lambda_U}{\lambda_{Th}}$ = constante.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 03

1.1	C'est l'énergie qu'il faut fournir pour séparer un noyau au repos en ses nucléons libres au repos.
1.2	Equation de désintégration : ${}^{210}_{83}Bi \longrightarrow {}^{210}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + \bar{\upsilon}$.
1.3	Energie de liaison par nucléon : $\frac{E_l}{A}$ = (83.m_p + 127.m_n – m(Bi)).C^2/A ; AN : $\frac{E_l}{A}$ = 7,3 MeV
2.1	C'est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs présents se désintègrent.
2.2	N(t) = $N_0.e^{-\lambda t}$ or $N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A$ et N = $N_A.\frac{m}{M}$ soit m(t) = $m_0.e^{-\lambda t}$; $\frac{m(t+10)}{m(t)} = \frac{m_0.e^{-\lambda(t+10)}}{m_0.e^{-\lambda t}} = \frac{1}{4}$ alors $\frac{1}{4} = e^{-\lambda.10}$ soit $\lambda = \frac{ln4}{10}$; AN : $\lambda = 1{,}6.10^{-6}\ s^{-1}$.
2.3	Masse restante à t = 18 j : m(18j) = $m_0.e^{-\lambda t}$; AN : m(18j) = 0,082 g.
3.1	C'est le nombre de désintégrations radioactive par seconde.
3.2	A(t) = $A_0.e^{-\lambda t}$ or $A_0 = \lambda.N_0$ et $N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A$ soit A(t) = λ. $\frac{m_0}{M}.N_A.\ e^{-\lambda t}$.
3.3	Activité du bismuth : AN : A(t) = $3{,}8.10^{14}$ Bq.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 04

1.1	La particule chargée émise est β^+.
1.2	Equation de désintégration : ${}^{107}_{48}Cd \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag + {}^{0}_{+1}e + \nu$.
1.3	Constante radioactive : $\lambda = \frac{ln2}{T}$; AN : $\lambda = 2{,}87.10^{-5}\ s^{-1}$.
2.1	Expression de N_0 : $\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M}$ soit $N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A$.
2.2	Origine de β^+ : Au cours de la réaction de désintégration, il y a transformation d'un proton en neutron : ${}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$.
2.3	Valeur de N_0 : AN : N_0 : $6{,}02.10^{23}$/mol.
3.1	C'est le nombre de désintégrations radioactive par seconde.
3.2	Expression de l'activité : $A(t) = A_0.e^{-\lambda t}$ or $A_0 = \lambda.N_0$ soit $A(t) = \lambda.N_0.e^{-\lambda t}$.
3.3	Démonstration : $A(t) = \frac{3}{4}.A_0 \Rightarrow \frac{3}{4} = e^{-\lambda t}$ alors $t = \frac{1}{\lambda}.\ln\frac{4}{3}$; AN : t = 2 h 47 mn.

CORRIGE ENONCE NOYAU ATOMIQUE RADIOACTIVITE 05

1.1	C'est l'énergie qu'il faut fournir pour séparer un noyau au repos en ses nucléons libres au repos.
1.2	Origine de la particule γ : Au cours de la réaction de désintégration, le noyau fils est en général obtenu dans un état excité noté Y^* (instable). Il se désexcite en émettant un rayonnement électromagnétique γ. $Y^* \longrightarrow Y + \gamma$.
1.3	Energie de liaison du thorium : $E_l = (90.m_p + 138.m_n - m(Th)).C^2$; AN : E_l = 1,70 MeV.
2.1	Lois de désintégration : conservation du nombre de nucléon et conservation du nombre de charge.
2.2	${}^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{208}_{81}Pb + {}^{4}_{2}He$.
2.3	Période radioactive : En 15 mn, le nombre de désintégration est $4{,}484.10^{19}$, soit 16 % de N_0. Le nombre de désintégration est $n = N_0 - N_0.e^{-\lambda t}$ soit $T = \frac{-ln2}{\frac{1}{t}ln\left(1-\frac{n}{N_0}\right)}$, avec $N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A$, **T = 60,5 mn.**
3.1	Phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables se transforment spontanément en d'autres atomes en émettant simultanément des particules de matière et de l'énergie.
3.2	Composition du noyau de plomb : Z = 81 protons et N = A – Z = 208 – 81 = 127 neutrons.
3.3	Valeurs de x et y : 238 = 206 + 4x ⇒ **x = 8** et 92 = 82 + 2X8 – y ⇒ **y = 6.**

CHAPITRE 16 : REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES (FISSION ET FUSION)

I.DEFINITION : Il y a réaction nucléaire provoquée lorsque le choc d'un noyau projectile sur un noyau cible engendre de nouveaux noyaux.

Exemple : - ${}^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{0}_{1}n$ (Irène et Frédéric juliot curie)

Remarque : Au cours d'une transformation provoquée, les lois de Soddy sont évidemment vérifiées.

II. Défaut de masse : Δm = Σm (nucléides formés) – Σm (nucléides détruits), en kg ou MeV/C^2.

$$E = |\Delta m|.C^2$$

III.FISSION ET FUSION.

1. **Fission nucléaire.**

1.1 Définition : Il y a fission lorsque l'impact d'un noyau lourd fissile avec un neutron donne naissance à deux noyaux plus légers en libérant de l'énergie et d'autres neutrons.
Exemple : ${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2{}^{1}_{0}n$.

Remarque : Si le nombre de neutrons émis lors de chaque fission est supérieur à 1, il peut se produire une réaction en chaîne.

1.2 Nucléide fissile -nucléide fertile

-Un nucléide est fissile si le noyau correspondant est capable de subir la réaction de fission.

-Un nucléide est fertile si le noyau correspondant peut, par des réactions nucléaires, engendrer un nucléide fissile.

2. La fusion.

2.1 Définition : Il y a fusion lorsque deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd en libérant de l'énergie.

Exemple : ${}_1^2H + {}_1^2H \longrightarrow {}_1^3H + {}_1^1H$, d = deuton (deutérium) et t = triton (tritium).

d + d $\longrightarrow$ t + P

Les réactions de fusion sont fortement énergétiques. C'est la fusion d'hydrogène en hélium qui est à l'origine de l'énergie solaires et de étoiles.

$4\,{}_1^1H \longrightarrow {}_2^4He + 2\,{}_1^0e + 2\,{}_0^0\upsilon$.

ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 01

Données : m(Sr) = 93,8945 u ; m(Xe) = 138,8892 u ; m(U) = 234,9942 u ; m(n) = 1,00866 u ; 1 u = $1{,}66.10^{-27}$ kg ; C = $3{,}00.10^{8}$ m/s ; $N_A = 6{,}02.10^{23}$ /mol.

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 (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 l'électricité.

1.Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation : ${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \longrightarrow {}_Z^{94}Sr + {}_{54}^{A}Xe + 3\,{}_0^1n$.

1.1 Définir la fission nucléaire.

1.2 Déterminer les valeurs de A et Z.

1.3 Déterminer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 en MeV.

2. On souhaite déterminer l'énergie libérée par une mole d'uranium. On suppose que l'énergie utilisée par un noyau d'uranium est E = 180,4 MeV.

2.1 Définir un nucléide fissile.

2.2 Calculer le nombre de noyaux contenus dans une mole d'uranium.

2.3 Calculer l'énergie libérée par une mole d'uranium en joules.

3. On veut produire la même énergie que celle libérée lors de la fission de l'uranium 235 en réalisant la combustion complète du butane.

3.1 Présenter si une combustion est exothermique ou endothermique.

3.2 Donner la composition du noyau d'uranium 235.

3.3 Déterminer la masse de butane nécessaire pour produire la même énergie que celle libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium 235.

ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 2

Données : m($^{A}_{Z}X$) = 93,8946 u ; m(Xe) = 138,888 u ; m(U) = 235,013 u ; m(n) = 1u ; 1 u = $1{,}66.10^{-27}$ kg ; C = $3{,}00.10^{8}$ m/s ; $N_A = 6{,}02.10^{23}$ /mol ; $^{94}_{38}Sr$; $^{95}_{38}Sr$; $^{94}_{37}Rb$; $^{93}_{39}Y$.

1.Un réacteur nucléaire dans lequel on a introduit des noyaux d'uranium, produit de la chaleur qui est transformée ensuite en énergie électrique. Dans le réacteur nucléaire, il se produit la réaction :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{A}_{Z}X + ^{139}_{54}Xe + 3^{1}_{0}n.$$

1.1 Définir un nucléide fertile.

1.2 Donner les lois qui permettent de calculer A et Z. Calculer A et Z puis donner le symbole de $^{A}_{Z}X$.

1.3 Déterminer le défaut de masse |Δm| de la réaction.

2. Au cours de la réaction de fission, il a été utilisé une tonne d'uranium.

2.1 Définir le défaut de masse au cours d'une réaction nucléaire.

2.2 Calculer l'énergie libérée par un noyau d'uranium en MeV.

2.3 Déterminer l'énergie libérée par une tonne d'uranium en joules.

3. La combustion d'une tonne de charbon libère une énergie de $2{,}5.10^{10}$ J. Sachant que l'énergie libérée par un noyau d'uranium est E = 215 MeV.

3.1 Donner la nature de la réaction de combustion (exothermique ou endothermique).

3.2 Expliquer dans quel cas obtient-on une réaction de fission en chaine.

3.3 Calculer la masse de charbon que libère en theorie autant d'énergie qu'une tonne d'uranium.

ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 03

Données : m(^{94}X) = $1{,}5591510^{-25}$ kg ; m(Xe) = $2{,}306321.10^{-25}$ kg ; m(U) = $3{,}9021711.10^{-25}$ kg ; m(n) = $1{,}674376.10^{-27}$ kg ; C = $3{,}00.10^{8}$ m/s.

La réaction nucléaire produisant l'énergie des centrales est la fission d'un noyau d'uranium 235. Une réaction possible à pour équation : $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{Z}Y + k^{1}_{0}n$.

1.1 Définir une fission nucléaire.
1.2 Donner la composition de la particule $^{1}_{0}n$.
1.3 Calculer les valeurs de Z et k.

2.Au cours de la réaction de fission, la masse du système diminue.

2.1 Définir un noyau fissile.

2.2 Expliquer le terme défaut de masse au cours d'une réaction de fission.

2.3 Calculer la valeur absolue du défaut de masse de cette réaction.

3. Le but d'une réaction de fission est de produire de l'énergie.

3.1 Donner l'origine de la formule E = m.C^2.

3.2 Donner l'origine de l'énergie libérée au cours de la fission.

3.3 Déterminer l'énergie libérée lors de la réaction de fission de l'uranium 235 en joules.

ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 04

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 ; m(e) = 0,00054 u ; m_P = 1,007276 u.

Des réactions de fusion nucléaire se produisent en permanence dans le cœur des étoiles. C'est ainsi que le soleil rayonne de l'énergie dans l'espace, éclaire et chauffe la terre. Actuellement, les scientifiques tentent de reproduire et de contrôler sur Terre ce type de réactions à partir du deutérium naturel abondant et du tritium.

1.Dans un laboratoire, on provoque la réaction suivante : $^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^A_ZX$.

1.1 Définir une réaction de fusion nucléaire.

1.2 Identifier la particule ^A_ZX. Préciser son nom.

1.3 Calculer l'énergie libérée par la réaction de fusion.

2. On souhaite déterminer l'énergie libéré lors de la formation de 1,00 kg d'hélium.

2.1 Donner les noms des particules ^2_1H et ^3_1H.

2.2 Déterminer la composition des noyaux ^2_1H, ^3_1H et ^4_2He.

2.3 Déterminer en MeV l'énergie libérée lors de la formation de 1,00 kg d'hélium sachant que l'énergie libérée au cours de la formation d'un noyau d'hélium vaut E = 17,6 MeV.

3.Au sein du soleil, il se produit la fusion des atomes d'hydrogène selon la réaction :

$$4^1_1H \longrightarrow ^4_2He + 2^0_1e.$$

3.1Présenter ce que représente le noyau ^1_1H.

3.2 Calculer la valeur absolue du défaut de masse de cette réaction.

3.3 Calculer l'énergie libérée lors de cette réaction. La comparer avec celle produite au laboratoire au cours de la formation d'un noyau d'hélium.

ENONCE REACTION NUCLEAIRE 05

Données : m (^4_2He) = 4,00651 u ; m(e) = 0,00054 u ; 1 u = 931,5 MeV/C^2 ; $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$; m_p = 1,007276 u.

Le constituant principal du soleil est l'hydrogène qui produit la réaction de fusion dont le bilan est :

$$4^1_1H \longrightarrow ^4_2He + 2^a_zx.$$

1.1 Indiquer ce que représente le noyau ^1_1H.
1.2 Identifier la particule ^a_zx.
1.3 Calculer l'énergie libérée au cours de la réaction et celle libérée par la formation d'une mole d'hélium.

2.On suppose que toute l'énergie de fusion produite est rayonnée par le soleil. La puissance rayonnée est P = 3,9.10^{26} W, supposée constante.

2.1 Donner la relation d'Einstein.

2.2 Calculer l'énergie rayonnée par le soleil en une seconde.

2.3 Calculer la perte de masse subie par le soleil en une seconde.

3. La masse du soleil est $M = 2,0.10^{30}$ kg sachant que le soleil rayonne depuis 4,6 milliards d'années

3.1 Définir la fusion nucléaire.

3.2 Calculer la masse perdue par le soleil depuis qu'il rayonne.

3.3 Evaluer la fraction de masse actuelle du soleil.

CORRIGE DES ENONCES DU CHAPITRE 16 : REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES (FISSION, FUSION).

CORRIGE ENONCE RÉACTIONS NUCLÉAIRES 01

1.1	Il y a fission nucléaire lorsque l'impact d'un noyau lourd fissile avec un neutron donne naissance à deux noyaux plus légers en libérant de l'énergie et d'autres neutrons.
1.2	Valeurs de A et Z : $235 + 1 = 94 + A + 3 \Rightarrow A = 139$; $92 = Z + 54 \Rightarrow$ **Z = 38.**
1.3	Energie libérée par la fission d'un noyau : $E = \lvert 2.m(n) + m(Xe) + m(Sr) - m(U)\rvert.C^2$; soit $E = 180$ MeV.
2.1	Un nucléide est fissile si le noyau correspondant est capable de subir la réaction de fission.
2.2	Nombre de noyau dans une mole : $n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n.N_A$; AN : $N = 6,02.10^{23}$.
2.3	Energie libérée par une mole : $E' = N.E \Rightarrow E' = 1,72.10^{13}$ J.
3.1	Une combustion est exothermique.
3.2	Composition : Z = 92 porotons et N = 235 – 92 = 43 neutrons.
3.3	Qmsse de butane : $m = \frac{E}{C^2} = 0,0125$ g.

CORRIGE ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 02

1.1	Un nucléide est fertile si le noyau correspondant peut, par réactions nucléaires engendrer un nucléide fissile.
1.2	Conservation du nombre de nucléons et conservation du nombre de charge. On a : $235 + \quad = A + 139 + 3 \Rightarrow A = 94$; $92 = Z + 54 \Rightarrow Z = 38$. D'où ${}^{94}_{38}Sr$.
1.3	Défaut de masse : $\lvert\Delta m\rvert = \lvert 2.m(n) + m(Xe) + m(Sr) - m(U)\rvert \Rightarrow \lvert\Delta m\rvert = 3,82.10^{-28}$ kg.
2.1	C'est la différence entre la somme des masses des nucléons séparés et la masse du noyau(nucléides liés). Cette différence est négative.
2.2	Energie libébée par un noyau d'uranium : $E = \lvert\Delta m\rvert.C^2$; AN : E = 215 MeV..
2.3	Energie libérée par 1,00 kg : $N = \frac{m}{M}.N_A$ soit $E' = \frac{m}{M}.N_A.E$; $E' = 8,81.10^{13}$ J.
3.1	Une combustion est exothermique.
3.2	Si le nombre de neutrons émis lors de chaque fission est supérieur à 1, il peut se produire une réaction en chaîne.
3.3	Masse du charbon : $m = \frac{E}{2,5.10^{10}} = 3524$ tonnes.

CORRIGE ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 03

1.1	Il y a fission nucléaire lorsque l'impact d'un noyau lourd fissile avec un neutron donne naissance à deux noyaux plus légers en libérant de l'énergie et d'autres neutrons.
1.2	Composition de la particule ${}^{1}_{0}n$: Z = 0 protons et N = 1 – 0 = 1 neutron.
1.3	Valeurs de Z et k : $235 + 1 = 139 + 94 + k \Rightarrow$ **k = 3** ; $92 = 54 + Z \Rightarrow$ **Z = 38.**
2.1	Un nucléide est fissile si le noyau correspondant est capable de subir la réaction de fission.
2.2	Au cours d'une réaction nucléaire de fission, la masse du système diminue.
2.3	Défaut de masse : $\lvert\Delta m\rvert = \lvert 2.m(n) + m(Xe) + m(Sr) - m(U)\rvert \Rightarrow$ $\mathbf{\lvert\Delta m\rvert = 3,31.10^{-25}}$ **kg.**

3.1	La formule $E = m.C^2$ a pour origine Einstein
3.2	Il y a transformation du défaut de masse en énergie.
3.3	Energie libébée : $E = \|\Delta m\|.C^2$; AN : $E = 2{,}98.10^{-8}$ J.

CORRIGE ENONCE REACTIONS NUCLEAIRES 04

1.1	Il y a fusion nucléaire lorsque deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd en libérant de l'énergie.
1.2	On a : $2 + 3 = 4 + A \Rightarrow$ **A = 1** ; $1 + 1 = 2 = Z \Rightarrow$ **Z = 0**. Il s'agit du neutron ^1_0n.
1.3	Energie libérée : $E = \|2.m(n) + m(He) - m(d) - m(t)\|.C^2$; AN : $\mathbf{E = 2{,}82.10^{-12}}$ **J.**
2.1	Deutérium (^2_1H) et Tritium (^3_1H).
2.2	Composition : Deutérium (1 proton et 1 neutron) ; Tritium (1 proton et 2 neutrons) ; Hélium (2 protons et 2 neutrons).
2.3	Energie libérée par 1,00 kg d'hélium : $N = \frac{m}{M}.N_A$ soit $E' = \frac{m}{M}.N_A.E$; AN : $\mathbf{E' = 4{,}24.10^{11}}$**J.**
3.1	^1_1H représente un isotope de l'atome d(hydrogène.
3.2	Défaut de masse : $\|\Delta m\| = \|m(He) + m(e) - m(P)\| \Rightarrow \|\Delta m\| = 4{,}46.10^{-29}$ **kg.**
3.3	Energie libérée : $E_S = \|\Delta m\|.C^2 = 3{,}96.10^{-12}$ **J. L'énergie du soleil est supérieure à l'énergie produite en laboratoire.**

CORRIGE ENONCE REACTION NUCLEAIRE 05

1.1	^1_1H représente un isotope de l'atome d(hydrogène.
1.2	Particule ^a_zx : $4 = 4 + 2a \Rightarrow$ **a = 0** ; $4 = 2 + 2z \Rightarrow$ **z = 1. Soit ^0_1e le positon.**
1.3	Energie libérée au cours de la réaction : $E_r = \|\Delta m\|.C^2 = \|m(He) + m(e) - m(P)\|.C^2$; AN : $\mathbf{E_r = 20{,}5}$ **MeV**; Pour une mole $\mathbf{E_1 = N_A.E_r = 1{,}97.10^{12}}$ **J avec N = N_A.**
2.1	Relation d'Einstein : $E = m.C^2$.
2.2	Energie rayonnée en 1 s : $P = \frac{E}{t}$ alors **E = $3{,}9.10^{26}$ J.**
2.3	Perte de masse : $m = \frac{E}{C^2}$; **m = $4{,}33.10^9$ kg/s.**
3.1	Il y a fusion nucléaire lorsque deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd en libérant de l'énergie.
3.2	Masse perdue par le soleil : $\Delta t = 4{,}6.10^9 X 365 X 24 X 3600 = 1{,}5.10^{17}$ s ; $\mathbf{\Delta m_t = m.\Delta t = 6{,}28.10^{26}}$ **kg.**
3.3	Fraction de masse du soleil : $\mathbf{f = \frac{\Delta m_t}{M}.100 = 0{,}031}$ **%.**

PARTIE CHIMIE GENERALE

CHAPITRE 01 : L'EAU, SOLVANT IONISANT. PRODUIT IONIQUE ET pH.

I.L'eau

I.1 Structure de la molécule d'eau : La molécule d'eau est coudée ;

- La molécule d'eau est un solvant polaire, la liaison O-H est polarisée ;
- L'eau est un solvant ionisant, dissociant, hydratant et dispersant.

II. Solutions aqueuses

II.1 Définition : Une solution aqueuse est un mélange homogène d'un ou de plusieurs solutés et d'eau (solvant).

II.2 Concentrations

II.2.1 Concentration molaire : C'est le rapport de la quantité de matière du soluté par le volume de la solution.

$$[X] = C = \frac{n(X)}{V_S} \text{ mol/L}$$

II.2.2 Concentration massique : C'est le rapport de la masse du soluté par le volume de la solution.

$$C_m = \frac{m(X)}{V_S} \text{ g/L et } C = \frac{C_m}{M}.$$

II.2.3 Pourcentage massique : C'est le rapport de la masse du soluté par la masse de la solution.

$$P = \frac{m_{soluté}}{m_{solution}} = \frac{n.M}{a.V} = \frac{C.M}{a} \text{ or } a = d.a_e \text{ par suite } C = \frac{p.d.a_e}{M}.$$

II.2.4 Dilution des solutions aqueuses

Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.

•Principe de la dilution : Au cours de la dilution la quantité de matière du soluté ne change pas.

$$n_f = n_i \rightarrow C_f.V_f = C_i.V_i \rightarrow \frac{C_i}{C_f} = \frac{V_f}{V_i} = \text{f (facteur de dilution).}$$

III.Autoprotolyse de l'eau.

$2.H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$;Sens 1 $\rightarrow$: réaction très limitée ; sens 2 $\leftarrow$: réaction quasi-totale.

La réaction d'ionisation de l'eau est un transfert de protons H^+ entre deux molécules d'eau.

IV.Produit ionique de l'eau

$k_e = [H_3O^+].[OH^-]$, k_e est sans unité et augmente avec la température.

À 25° C, $k_e = 10^{-14}$; À 30°C, $k_e = 1,48.10^{-14}$.

V. pH d'une solution aqueuse

V.1 Définition : Le pH d'une solution aqueuse est l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions hydronium.

Pour des solutions suffisamment diluées : $[H_3O^+] \leq 10^{-2}$ mol/L, **pH** = - log $[H_3O^+]$.

Par analogie pOH = - log $[OH^-]$.

V.2 Mesure de pH : On mesure le pH d'une solution à l'aide d'un pH-mètre ou à l'aide du papier pH.

V.3 Classification des solutions aqueuses :

• **Propriétés de la fonction logarithme décimale :** log (a.b) = log a + log b ; log $(\frac{a}{b})$ = log a – log b ; log a^n = n.log a ; log 10 = 1.

-Solution neutre : $[H_3O^+] = [OH^-]$ or à 25°C, $k_e = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \rightarrow k_e = [H_3O^+]^2 \rightarrow$ $[H_3O^+] = \sqrt{k_e} = 10^{-7}$ mol/L

Alors pH = - log $[H_3O^+]$ = 7,0 donc pH = $\frac{1}{2}.pk_e$ à 25°C.

-Solution acide : $[H_3O^+] > [OH^-] \rightarrow$ pH < $\frac{1}{2}.pk_e$ (pH < 7,0).

-Solution basique . $[H_3O^+] < [OH^-]$ alors pH > $\frac{1}{2}.pk_e$ (pH > 7,0).

V.4 Electro-neutralité : Toute solution aqueuse est électriquement neutre. L'équation d'électroneutralité s'écrit :

$\Sigma (\alpha.[X^{\alpha+}]) = \Sigma (\beta.[X^{\beta-}])$.

ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 01

Une eau de canalisation est telle que $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]} = 6{,}5.10^2$ à 25°C. On utilise les propriétés chimiques de l'eau pure pour déterminer la concentration des espèces présentes, le pH de la solution et étudier l'effet de la dilution.

1.1Donner la formule du produit ionique de l'eau.

1.2 Ecrire l'équation-bilan d'autoprotolyse de l'eau.

1.3 Déterminer les concentrations molaires des ions $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$.

2. Nature de cette eau de canalisation.

2.1 Définir le pH d'une solution.

2.2 Donner le domaine de validation de la relation définie en 2.1.

2.3 Calculer le pH de cette eau. Préciser na nature.

3. On souhaite rendre cette eau neutre pour la sécurité de l'environnement. On suppose que cette eau à un pH = 6,5.

3.1 Définir la dilution.

3.2 Montrer que pour une solution neutre à 25°C, pH = $\frac{1}{2}.pk_e$.

3.3 Déterminer le nombre de fois qu'il faut diluer cette eau afin de la rendre neutre.

ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 02

Données : M (Na) = 23 ; M (S) = 32 ; M (O) = 16 ; M (H) = 1,0 g/mol.

L'eau est le solvant idéal par ses propriétés ionisantes.

Le but de cet énoncé est d'utiliser les propriétés de l'eau pour déterminer la concentration des espèces dissoutes et le mode de préparation d'une solution par dilution.

1.Le thiosulfate de sodium est un solide blanc cristallisé de formule $Na_2S_2O_3, 5.H_2O$. On dissout une masse de 5,0 g de thiosulfate de sodium dans une fiole jaugée de volume V = 200 ml d'eau distillée.

1.1 Définir la concentration molaire volumique.

1.2 Justifier le caractère hydraté ou non hydraté du solide blanc.

1.3 Déterminer la concentration C de la solution de thiosulfate de sodium ainsi préparée.

2. On suppose que l'ionisation de thiosulfate de sodium est totale.

2.1 Définir un solide ionique.

2.2 Ecrire l'équation de dissociation dans l'eau de thiosulfate de sodium.

2.3 Déterminer les concentrations molaires des ions Na^+ et $S_2O_3^{2-}$ présents dans la solution.

3. On prépare un volume V_1 = 100 ml de solution de thiosulfate de sodium de concentration C_1 = 0,010 mol/L à partir de la solution de thiosulfate de concentration C = 0,10 mol/L.

3.1 Définir la dilution.

3.2 Préciser le principe de la dilution.

3.3 Décrire le mode opératoire de préparation de cette solution.

ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 03

Données : M (Mg F_2, 6.H_2O) = 170 g/mol.

L'électroneutralité d'une solution aqueuse dépend de la concentration des ions positifs (cations) et négatifs (anions) présents dans cette solution.

1.On dispose d'une solution de chlorure de sodium à 0,50 mol/L, d'une solution de chlorure de calcium à 0,80 mol/L et d'une solution de fluorure de magnésium cristallisé de formule Mg F_2, 6.H_2O.

On prépare un volume V = 500 ml de solution contenant les ions Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na^+, Cl^- et F^- telles que : [Mg^{2+}] = 0,20 mol/L ; [Cl^-] = 0,69 mol/L ; [Ca^{2+}] = 0,22 mol/L ; [Na^+] = 0,25 mol/L.

1.1Définir un solide ionique.

1.2 Ecrire les équations de dissociation des trois solutés ci-dessus.

1.3 Déterminer les volumes V_1 et V_2 des solutions respectives chlorure de sodium et chlorure de calcium et le volume d'eau utilisé pour dissoudre les solutés.

2. On suppose qu'aucune réaction chimique ne se produit entre les ions en présence.

2.1 Définir un électrolyte.

2.2 Ecrire l'équation d'électroneutralité entre les ions.

2.3 Calculer la concentration des ions fluorure.

3. Masse du solide cristallisé.

3.1 Définir la masse molaire moléculaire.

3.2 Justifier le caractère hydraté ou anhydre du solide cristallisé Mg F_2, 6.H_2O.

3.3 Déterminer la masse du solide cristallisé.

ÉNONCÉ pH. SOLUTIONS AQUEUSES 04

Données : M(Ca) = 40 ; M (O) = 16 ; M (N) = 14 ; M(Cl) = 35,5 en g/mol.

Les solutions aqueuses ioniques désignent des solutions dans lesquelles les solutés sont des cations et ou des anions qui se dispersent parmi les molécules d'eau. Les solutions aqueuses ioniques sont électriquement neutres.

1.Dans une fiole jaugée de 250 ml, on mélange :

- V_1 = 40 ml de solution d'acide chlorhydrique H Cl de concentration molaire C_1 = 0,30 mol/L ;
- V_2 = 25 ml de solution d'acide nitrique HNO_3 de concentration molaire C_2 = 0,40 mol/L ;
- m_3 = 1,0 g de chlorure de calcium $CaCl_2$;

- m_4 = 2,0 g de nitrate de calcium $Ca(NO_3)_2$ solide. On complète à 250 ml avec de l'eau distillée.

1.1 Définir un solide ionique.

1.2 Donner la signification d'un ion hydraté.

1.3 Ecrire les équations de dissociation de chaque soluté.

2. On suppose qu'aucune réaction chimique ne se produit entre les ions en solution.

2.1 Donner l'unité de quantité de matière.

2.2 Ecrire les relations donnant la quantité de matière n en fonction de la concentration et du volume puis en fonction de la masse et de la masse molaire.

2.3 Déterminer la quantité de matière de chaque ion présent dans le mélange.

3. Electro-neutralité de la solution finale.

3.1 Définir une solution neutre.

3.2 Etablir l'équation d'électroneutralité de la solution finale.

3.3 Vérifier que la solution finale est électriquement neutre.

ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 05

Lorsqu'on établit le bilan des concentrations des espèces présentes dans une solution, on doit vérifier l'électroneutralité de cette solution due aux propriétés ionisantes de l'eau.

1.On considère un volume V_1 = 200 ml d'une solution de chlorure de calcium $CaCl_2$ de concentration molaire C_1 = 0,50 mol/L.

1.1 Définir un solide ionique.

1.2 Ecrire l'équation de dissociation du chlorure de calcium dans l'eau.

1.3 Déterminer les concentrations des ions présents dans cette solution.

2. Une solution de nitrate d'argent Ag NO_3 de concentration molaire C_2 = 0,25 mol/L a été préparée dans un volume V_2 = 100 ml.

2.1 Définir une solution aqueuse.

2.2 Ecrire l'équation de dissociation du nitrate d'argent dans l'eau.

2.3 Déterminer les concentrations des ions présents dans cette solution.

3. On prélève un volume V_1' = 50 ml de solution de chlorure de calcium de concentration C_1 = 0,50 mol/L que l'on mélange avec un volume V_2' = 50 ml de solution de nitrate d'argent de concentration C_2 = 0,25 mol/L. Tous les ions argent ont été précipité.

3.1 Nommer le précipité formé.

3.2 Ecrire l equation bilan de formation du précipité.

3.3 Démontrer que la solution obtenue est toujours électriquement neutre.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : L'EAU, SOLVANT IONISANT. PRODUIT IONIQUE ET pH.

CORRIGE ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSE 01

1.1	Produit ionique de l'eau: $k_e = [H_3O^+].[OH^-]$.
1.2	Equation d'autoprotolyse de l'eau: $2.H_2O \longrightarrow H_3O^+ + OH^-$
1.3	Concentrations molaires des ions: $[H_3O^+] = 6{,}5.10^2.[OH^-]$ or $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]}$ alors $[H_3O^+] = \sqrt{6{,}5.10^2.k_e}$ donc $[H_3O^+] = 2{,}5.10^{-6}$ mol/L et $[OH^-] = 4{,}0.10^{-9}$ mol/L.
2.1	C'est l'opposé du logarithme decimal de la concentration molaire en ions hydronium.
2.2	Domaine de validité: $[H_3O^+] \leq 10^{-2}$ mol/L.
2.3	pH de l'eau pure: pH = - log $[H_3O^+]$; AN: pH = 5,6 ; solution acide.
3.1	Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
3.2	Solution neutre : $[H_3O^+] = [OH^-]$ alors $[H_3O^+]^2 = k_e$ et $[H_3O^+] = \sqrt{k_e}$ donc pH $= \frac{1}{2}.pk_e$.
3.3	Facteur de dilution : $f = \frac{[H_3O^+]_i}{[H_3O^+]_f} = \frac{10^{-5.6}}{10^{-7}}$; AN: f = 25.

COPRRIGE ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 02

1.1	C'est le quotient de la quantité de matière du soluté par le volume de la solution.
1.2	Le solide $Na_2S_2O_3, 5H_2O$ est hydraté car contient 5 moles d'eau.
1.3	Concentration C de la solution : $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V}$; AN : C = 0,10 mol/L.
2.1	C'est un empilement régulier d'ions positifs (cations) et d'ions négatifs (anions).
2.2	Equation de dissociation : $Na_2S_2O_3 \xrightarrow{H_2O} 2.Na^+ + S_2O_3^{2-}$.
2.3	Concentrations de ions : $[Na^+] = 2.C = 0{,}20$ mol/L ; $[S_2O_3^{2-}] = C = 0{,}10$ mol/L.
3.1	Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
3.2	Au cours de la dilution, la quantité de matière du soluté ne change pas.
3.3	Mode opératoire $C.V = C_1.V_1$ alors $V = \frac{C_1.V_1}{C} = 10$ ml. À l'aide d'une pipette jaugée de 10 ml, on prélève 10 ml de solution de thiosulfate de sodium que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100 ml contenant au préalable un peu d'eau distillée, on ajoute de l'eau distillée au ¾, on agite puis on complète jusqu'au trait de jauge. On agite une dernière fois.

CORRIGE ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 03

1.1	C'est un empilement régulier d'ions positifs (cations) et d'ions négatifs (anion).
1.2	Equations de dissociation : Na Cl $\xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$; Ca $Cl_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2\ Cl^-$; $MgF_2 \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+} + 2F^-$
1.3	Volumes V_1, V_2 et volume d'eau : $[Na^+] = \frac{C_1.V_1}{V}$ alors $V_1 = 250$ ml et $[Ca^{2+}] = \frac{C_2.V_2}{V}$ alors $V_2 = 137{,}5$ ml par suite $V_e = V - (V_1 + V_2) = 112{,}5$ ml.
2.1	C'est une solution, contenant des ions positifs et négatifs, conductrice de courant électrique.
2.2	Equation d'électroneutralité : $2.[Mg^{2+}] + [Na^+] + 2[Ca^{2+}] = [F^-] + [Cl^-]$.
2.3	Concentration de l'ion fluorure : $[F^-] = 2.[Mg^{2+}] + [Na^+] + 2[Ca^{2+}] - [Cl^-]$; AN : $[F^-] = 0{,}40$ mol/L.

3.1	C'est la masse d'une mole de molécules.
3.2	Le solide $MgF_2, 6H_2O$ est un solide hexa-hydraté car contient 6 moles d'eau.
3.3	Masse du solide : $[Mg^{2+}] = \frac{n_{soluté}}{V} = \frac{m}{M.V}$ alors m = $[Mg^{2+}]$.M.V ; AN : m = 17 g.

CORRIGE ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 04

1.1	C'est un empilement régulier d'ions positifs (cations) et d'ions négatifs (anion).
1.2	Un ion hydraté est un ion entouré de molécules d'eau.
1.3	Equation de dissociation : $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$; $CaCl_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2Cl^-$; $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$; $Ca(NO_3)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2NO_3^-$.
2.1	L'unité de quantité de matière est : la mol.
2.2	Quantité de matière : n = C.V ; n = $\frac{m}{M}$.
2.3	n $(H_3O^+) = C_1.V_1 + C_2.V_2$; n $(Cl^-) = C_1.V_1 + 2.\frac{m_3}{M}$; n $(NO_3^-) = C_2.V_2 + 2.\frac{m_4}{M}$; n $(Ca^{2+}) = \frac{m_3}{M_3} + \frac{m_4}{M_4}$ par suite : n (H_3O^+) = 0,022 mol ; n (NO_3^-) = 0,034 mol ; n (Cl^-) = 0,030 mol ; n (Ca^{2+}) = 0,021 mol.
3.1	Solution dans laquelle la concentration en ions hydronium est égale à la concentration en ions hydroxyde.
3.2	Equation d'électroneutralité : $[H_3O^+] + 2[Ca^{2+}] = [Cl^-] + [NO_3^-]$.
3.3	Electro-neutralité : 0,022 + 2X0,021 = 0,030 + 0,034 alors 0,064 = 0,064.

CORRIGE ENONCE pH. SOLUTIONS AQUEUSES 05

1.1	Empilement régulier d'ions positifs (cations) et d'ions négatifs (anions).
1.2	Equations de dissociation : $CaCl_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{aq} + 2Cl^-_{aq}$.
1.3	Concentrations des ions : $[Ca^{2+}] = C_1$ = 0,50 mol/L ; $[Cl^-] = 2.C_1$ = 1,0 mol/L.
2.1	C'est un mélange d'un ou de plusieurs solutés et d'eau (solvant).
2.2	Equation de dissociation : $AgNO_3 \xrightarrow{H_2O} Ag^+ + NO_3^-$.
2.3	Concentrations des ions : $[Ag^+] = C_2$ = 0,25 mol/L ; $[NO_3^-] = C_2$ = 0,25 mol/L.
3.1	Chlorure d'argent.
3.2	Equation bilan de précipitation : $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl(s)$.
3.3	Electro-neutralité : $[Ca^{2+}] = \frac{C_1.V_1}{V_1+V_2}$ = 0,25 mol/L ; $[Cl^-] = \frac{n(Cl^-)_{reste}}{V_1+V_2}$ = 0,375 mol/L ; $[NO_3^-] = \frac{C_2.V_2}{V_1+V_2}$ = 0,125 mol/L $2.[Ca^{2+}] = [NO_3^-] + [Cl^-]_{reste}$ soit : 2X0,25 = 0,125 + 0,375.

CHAPITRE 2 : SOLUTIONS AQUEUSES ACIDE FORT- BASE FORTE. RÉACTION ENTRE UN ACIDE FORT ET UNE BASE FORTE

I.ACIDE FORT

I.1 Préparation d'une solution d'acide chlorhydrique.

$H\,Cl_{(g)} + H_2O \longrightarrow Cl^-_{aq} + H_3O^+_{aq}$ ($Cl^-_{aq} + H_3O^+_{aq}$ constitue la solution d'acide chlorhydrique).

I.2 Définition d'un acide fort.

Un acide AH est dit fort en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est totale.

$AH + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$ Réaction chimique très exothermique.

Exemples monoacides forts : H Cl, H Br, H I, H NO_3. Diacide fort : H_2SO_4.

I.3 pH d'un acide fort.

Le pH d'un monoacide fort de concentration molaire C_A est donné par la relation pH = - log C_A.

I.4 Dilution d'un acide fort

Soit S_1 la solution mère d'acide fort, de concentration C_1 et de volume V_1. On prépare une solution fille S_2 de concentration C_2, dans un volume V_2 par dilution de la solution S_1.

$C_1.V_1 = C_2.V_2$ alors $\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$ = n, on a : pH_2 = - log C_2 or $C_2 = \frac{C_1}{n}$ donc $\boldsymbol{pH_2 = pH_1}$ **+ log n.**

II.BASE FORTE.

II.1 Préparation de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

L'hydroxyde de sodium ou soude (Na OH) est un solide ionique constitué d'ions Na^+ et OH^-.

Na OH $\xrightarrow{H_2O}$ $Na^+_{aq} + OH^-_{aq}$ Réaction chimique très exothermique.

II.2 Définition d'une base forte

Une base est forte en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est totale.

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

Exemples de monobases forte : Na OH, $C_2H_5O^-$, K OH ; di-base forte : Ca $(OH)_2$.

II.3 pH d'une base forte.

Le pH d'une monobase forte de concentration molaire C_B est donné par la relation : **pH = 14 + log C_B.**

Remarque : Validité des relations : **pH = - log C_A** et **pH = 14 + log C_B** est telle que :

10^{-6} mol/L < C < 10^{-1} mol/L.

II.5 Dilution des bases fortes.

Soit S_1 la solution mère de base forte, de concentration C_1 et de volume V_1. On prépare une solution fille S_2 de concentration C_2, dans un volume V_2 par dilution de la solution S_1.

$C_1.V_1 = C_2.V_2$ alors $\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$ = n, on a : pH_2 = 14 + log C_2 or $C_2 = \frac{C_1}{n}$ d'où $\boldsymbol{pH_2 = pH_1}$ **- log n.**

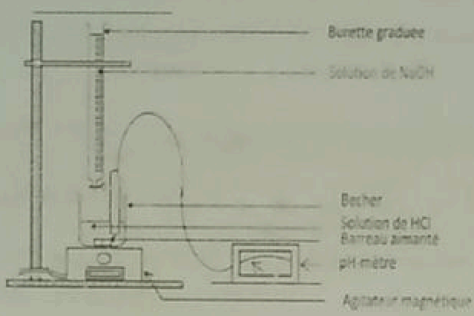
III. Réaction entre un acide fort et une base forte.

III.1 Caractéristiques et nature de la réaction.

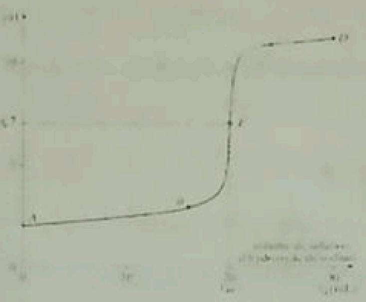
$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$ Réaction chimique totale et exothermique

III.2 Etude de l'évolution du pH au cours de la réaction.

III.2.1 Montage expérimental.



III.2.2 Courbe du dosage pH = f (V_B).



III.2.3 Equivalence acido-basique.

Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

On a : $n(H_3O^+)_{initiale} = n(OH^-)_{ajoutés} \Rightarrow C_A.V_A = C_B.C_{BE}$.

On détermine le point d'équivalence par la méthode des tangentes parallèles.

À l'équivalence, on obtient une solution neutre de chlorure de sodium de concentration molaire $C = \frac{C_A.V_A}{V_A + V_{BE}}$.

ENONCE ACIDE FORT- BASE FORTE 01

Données : M(Ag) = 108 ; M(Cl) = 35,5 en g/mol.

Le but de cet énoncé est de vérifier si la formation d'un précipité dans une solution peut modifier le pH de cette dernière.

1.Soit un volume V = 60 ml d'une solution S dans laquelle on a mélangé des volumes égaux des solutions d'acide chlorhydrique, d'acide nitrique et d'acide bromhydrique, de concentration molaire identique C.

On ajoute à la solution S un volume $V' = 50$ ml de nitrate d'argent de concentration molaire $C' = 0{,}010$ mol/L. Le nitrate d'argent est alors en excès. Il se forme un précipité blanc de masse m = 14,35 mg. On suppose qu'aucune réaction ne se produit entre les ions dans le mélange.

1.1 Définir une solution aqueuse ionique.

1.2 Ecrire l'équation de formation du précipité blanc.

1.3 Déterminer la quantité de matière d'ions chlorure.

2. On suppose que la quantité de matière d'ions chlorure précipités est n $(Cl^{-}) = 1{,}0.10^{-4}$ mol.

2.1 Définir la concentration molaire.

2.2 Ecrire l'équation de la mise en solution de l'acide chlorhydrique.

2.3 Déterminer la concentration molaire C des solutions d'acides avant mélange.

3. Considérons que les solutions d'acides avant mélange avaient pour concentration molaire $C = 5{,}0.10^{-3}$ mol/L.

3.1 Définir le pH d'une solution aqueuse.

3.2 ;ustifier pourquoi le pH de la solution finale ne peut pas être modifiés.

3.3 Déterminer le pH de la solution S après ajout de la solution du nitrate d'argent

ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 02

Les solutions commerciales de la marque DESTOP, vendues pour déboucher les canalisations, contiennent essentiellement de l'hydroxyde de sodium.

On peut lire sur le flacon : pourcentage en masse d'hydroxyde de sodium : 20 %. Densité de la solution par rapport à l'eau : 1,23.

Le but de cet énoncé est de vérifier si l'indication portée sur l'étiquette est correcte.

1.Préparation de la solution S pour le dosage.

La solution commerciale est trop concentrée pour la manipuler en toute sécurité, on va diminuer sa concentration 50 fois pour obtenir 250 ml de solution S.

Matériel proposé : -Bécher, entonnoir, eau distillée ;

-pipette jaugee : 5 ml, 10 ml, 20 ml ;

-Fiole jaugée : 50 ml, 100 ml, 250 ml.

1.1 Nommer l'opération qui consiste à diminuer la concentration d'une solution.

1.2 Préciser en quoi consiste le principe de cette opération.

1.3 Choisir le matériel en rédigeant le mode opératoire pour préparer la solution S.

2. Préparation au dosage.

On prélève un volume V_b = 10 ml de la solution S que l'on dose avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_a = 0.10 mol/L, on ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT).

2.1 Définir le dosage acido-basique.

2.2 Expliquer le virage de l'indicateur coloré et pourquoi l'avoir choisi.

2.3 Déterminer la concentration molaire de la solution S sachant que le volume d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence est $V_{aE} = 12$ ml.

3. Pourcentage en masse de l'hydroxyde de sodium.

3.1 Définir le pourcentage massique.

3.2 Donner un nom à ce dosage utilisant un indicateur coloré.

3.3 Calculer le pourcentage massique de l'hydroxyde de sodium contenu dans le déboucheur sachant que $p = \frac{200 X C_b}{121,5}$. Ce résultat est-il en accord avec la lecture faite sur l'étiquette ?

BBT : jaune 6,0 – 7,6 bleu

ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 03

Une solution commerciale S_0 utilisée pour déboucher les éviers, canalisations, etc., est essentiellement constituée d'une base B. Le flacon porte les indications suivantes : ≪Danger - Produit corrosif≫.

Cet énoncé a pour but de déterminer :

-si la base B réagit totalement avec l'eau ;

-la concentration molaire de la solution commerciale S_0.

Pour réaliser l'étude expérimentale, le matériel et les produits disponibles sont :

-fioles jaugées : 50 ml, 100 ml, 200 ml ;

-pro pipette, burette graduée de 25 ml, bécher et eau distillée.

-pipettes jaugées : 1 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml ;

1. À partir de la solution S_0, on prépare une solution diluée S, de concentration molaire $C = \frac{C_0}{200}$.

1.1 Définir la dilution aqueuse.

1.2 Donner la relation qui exprime le principe de la dilution en fonction des grandeurs des données.

1.3 Décrire le mode opératoire pour la préparation de la solution S en précisant le matériel utilisé.

2. On réalise le titrage pH métrique d'un volume $V_S = 20$ ml de solution S par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 5,0.10^{-2}$ mol/L. Les résultats ont permis de tracer la courbe $pH = f(V_a)$.

2.1 Donner le principe d'un dosage.

2.2 Justifier que la base B est une base forte.

2.3 Déterminer la concentration C de la base B dans la solution S puis la concentration C_0 de la base B dans la solution commerciale.

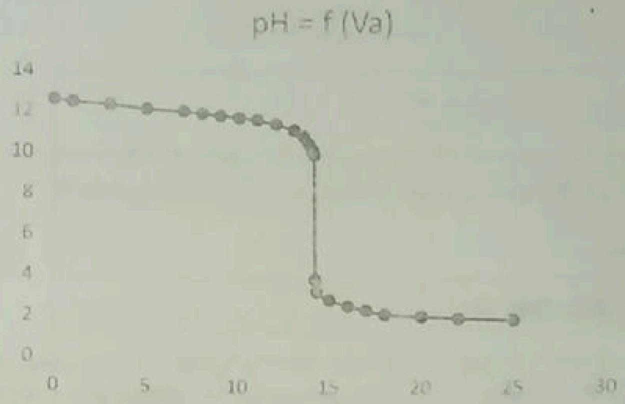
3. À partir de la courbe de dosage, il est possible de choisir correctement un ou plusieurs indicateur(s) coloré(s) pour repérer l'équivalence lors du dosage.

3.1 Définir l'équivalence acido-basique.

3.2 Préciser la valeur du pH à l'équivalence.

3.3 Choisir l'indicateur coloré qui convient et expliquer comment l'équivalence est repéré.

Hélianthine : rouge 3,1 – 4,4 jaune / BBT : jaune 6,0 – 7,6 bleu / phénolphtaléine : incolore 8,2 – 9,8 rose.



ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 04

Un élève de terminale S souhaite déterminer la concentration molaire C_A d'une solution diluée de détartrant contenant de l'acide chlorhydrique.

1.Dans un premier temps, l'élève prépare un volume V_A = 20 ml de solution diluée d'acide chlorhydrique qu'il verse dans un bécher, et ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol. Il ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 2{,}0.10^{-1}$ mol/L. La couleur de la solution change pour un volume de soude versé V_{BE} = 18 ml.

1.1 Définir l'équivalence acido-basique.

1.2 Expliquer le changement de couleur de l'indicateur coloré.

1.3 Déterminer la concentration molaire C_A de la solution du détartrant.

2. Ne sachant pas s'il a bien fait de placer la solution d'hydroxyde de sodium dans la burette graduée, l'élève la vide, la rince et la remplit avec la solution d'acide chlorhydrique du détartrant. Il prépare une nouvelle prise d'essai en prélevant un volume V_B = 20 ml de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 2{,}0.10^{-1}$ mol/L et ajoute quelques gouttes de BBT. L'indicateur coloré vire pour un volume d'acide chlorhydrique versé V_{AE} = 22,2 ml.

2.1 Identifier la solution titrée (dosée).

2.2 Ecrire l'équation bilan du dosage.

2.3 Déterminer la concentration molaire C_A de la solution d'acide chlorhydrique.

3.Interprétation des résultats du dosage.

3.1 Définir un dosage acido-basique.

3.2 Expliquer pourquoi on peut utiliser le même indicateur coloré pour les deux dosages.

3.3 Les résultats des deux dosages concordent –ils. Justifier.

ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 05

Données : M (H) = 1,0 ; M (N) = 14 ; M (S) = 32 ; M (O) = 16 g/mol.

Dans le laboratoire de son lycée, un élève de terminale S trouve un flacon d'acide sulfamique H_2NSO_3H qui est un produit nettoyant pour cafetière vendu dans le commerce. Il est sous forme de poudre blanche. On considérera que cet acide réagit totalement avec l'eau.

Le flacon de poudre porte l'indication : pourcentage massique p = 99,6 % ; masse de la poudre : m = 1,5 g.

L'élève se propose de vérifier cette indication.

1. Il dissout 1,5 g de poudre dans un volume V = 200 ml d'eau distillée. Il obtient une solution A.

1.1 Définir une solution aqueuse.

1.2 Ecrire l'équation de la réaction de l'acide sulfamique avec l'eau.

1.3 déterminer la concentration molaire C_A de l'acide sulfamique dans la solution A.

2. L'élève dose un volume V_A = 20 ml de solution A par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire $C_B = 1{,}0.10^{-1}$ mol/L. Le suivi du dosage pH métrique à 25°C a permis de tracer la courbe pH = f(V_B).

2.1 Définir l'équivalence acido-basique.

2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage.

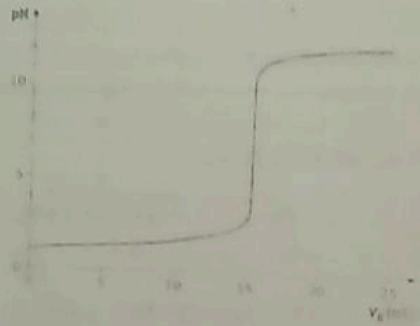
2.3 Déterminer la concentration molaire de la solution d'acide sulfamique dans A.

3. On suppose que la concentration molaire de la solution d'acide sulfamique dans la solution A est $C_A = 7{,}7.10^{-2}$ mol/L.

3.1 Définir le pourcentage massique.

3.2 Etablir l'expression donnant le pourcentage massique p en fonction de C_A, V, M et m.

3.3 Calculer le pourcentage massique p d'acide sulfamique contenu dans la poudre dans le volume V = 200 ml. Conclure.



CORRIGÉ DES ENONCES CHAPITRE : ACIDE FORT-BASE FORTE. RÉACTION ENTRE UN ACIDE FORT ET UNE BASE FORTE.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 01

1.1	Solution dont les solutés sont des cations et/ou des anions qui se dispersent dans l'eau.
1.2	Equation de précipitation : $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow Ag\,Cl$
1.3	Quantité de matière d'ions chlorure :

	On a [illegible] n (Ag Cl) = n ([illegible]) = $\frac{m}{M}$ [illegible] $(C^{\cdot-})$ = [illegible],6.10 [illegible] mol.
2.1	La concentration molaire est le rapport de la quantité de matière d'une espèce chimique par le volume de la solution.
2.2	Equation d'ionisation : H Cl + H_2O $\longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$
2.3	Concentration molaire C : n (H Cl) = n (Cl^-) = C.V_1 alors C = $\frac{n\,(Cl^-)}{V_1}$; AN : C = 5,0.10^{-3} mol/L.
3.1	C'est l'opposé du logarithme décimal de la concentration molaire en ions hydronium.
3.2	Les ions H_3O^+ apportés par les trois acides n'ont pas réagi et sont intactes ; le p[illegible] d[illegible] la solution ne peut être modifié.
3.3	pH de la solution S : n $(H_3O^+)_{Tot}$ = C.V alors $[H_3O^+] = \frac{C.V}{V+V'}$ = 2,7.10^{-3} mol/L ; pH = - log $[H_3O^+]$ d'où pH = 2,6.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 02

1.1	Il s'agit d'une dilution.
1.2	Au cours de la dilution la quantité de matière du soluté ne change pas.
1.3	Mode opératoire : $C_0.V_0$ = C.V alors $\frac{C_0}{C} = \frac{V}{V_0}$ = 50 donc $V_0 = \frac{V}{50}$ = 5,0 ml. À l'aide d'une pipette jaugée de 5 ml, on prélève 5, 0 ml de la solution commerciale que l'on introduit dans une fiole jaugée de 250 ml contenant au préalable un peu d'eau distillée ? on ajoute de l'eau distillée au ¾, on agite et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
2.1	Doser une solution c'est déterminer sa concentration.
2.2	La solution obtenue est neutre, pH = 7 ; la zone de virage du BBT contient le point d'équivalence. On repère l'équivalence lors que la couleur de la solution passe du jaune au bleu.
2.3	Concentration molaire de S : À l'équivalence, $C_b = \frac{C_a.V_{aE}}{V_b}$: AN : C_b = 0,12 mol/L.
3.1	C'est le rapport de la masse du soluté par la masse de la solution.
3.2	Dosage colorimétrique.
3.3	Pourcentage massique : P = $\frac{200.C_b}{121,5}$; AN : p = 20 %.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 03

1.1	Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
1.2	Principe de dilution : $C_0.V_0$ = C.V.
1.3	Mode opératoire : $\frac{C_0}{C} = \frac{V}{V_0}$ 200 alors fiole jaugée V = 200 ml et pipette jaugée V_0 = 1,0 ml. À l'aide d'une pipette jaugée de 1 ml, on prélève 1, 0 ml de la solution commerciale que l'on introduit dans une fiole jaugée de 200 ml contenant au préalable un peu d'eau distillée. on ajoute de l'eau distillée au ¾, on agite et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
2.1	Le principe est de réaliser une réaction rapide et totale.
2.2	La courbe du dosage présente un seul point d'inflexion.
2.3	Concentration C de la base B : À l'équivalence V_{aE} = 14,15 ml ; C = $\frac{C_a.V_{aE}}{V_S}$; AN : C = 0,035 mol/L.
3.1	Il y a équivalence acido-basique lors que les réactifs ont été mélangés dans les proportions

	stœchiométriques de la réaction étudiée.
3.2	À l'équivalence la solution est neutre pH = 7,0.
3.3	La solution obtenue est neutre, pH = 7 ; la zone de virage du BBT contient le point d'équivalence. On repère l'équivalence lors que la couleur de la solution passe du jaune au bleu.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 04

1.1	Il y a équivalence acido-basique lors que les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
1.2	À l'équivalence, la couleur de la solution passe du jaune au bleu.
1.3	Concentration molaire : À l'équivalence : $C_A = \frac{C_b.V_{bE}}{V_A}$; AN : $C_A = 0,18$ mol/L.
2.1	La solution dosée est l'hydroxyde de sodium.
2.2	Equation bilan du dosage : $H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$.
2.3	Concentration molaire : $C_A = \frac{C_b.V_b}{V_{aE}}$; AN : $C_A = 0,18$ mol/L.
3.1	Doser une solution c'est déterminer sa concentration.
3.2	Pour les deux solutions, à l'équivalence, les deux solutions sont neutres. La zone de virage du BBT contient le même point d'équivalence.
3.3	Les résultats des deux dosages concordent.

CORRIGE ENONCE ACIDE FORT-BASE FORTE 05

1.1	C'est un mélange d'un ou de plusieurs solutés et d'eau.
1.2	Equation bilan de la réaction : $H_2NSO_3H + H_2O \longrightarrow H_2NSO_3^- + H_3O^+$
1.3	Concentration molaire : $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V}$; AN : C = 0,077 mol/L.
2.1	Il y a équivalence acido-basique lors que les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
2.2	Equation bilan du dosage : $H_2NSO_3H + OH^- \longrightarrow H_2NSO_3^- + H_2O$
2.3	Concentration molaire : À l'équivalence $V_{BE} = 15,4$ ml ; $C_A = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A}$; AN : $C_A = 0,077$ mol/L.
3.1	C'est le rapport de la masse du soluté par la masse de la solution.
3.2	Expression du pourcentage massique : $P = \frac{m_{soluté}}{m_{solution}} = \frac{n.M}{m} = \frac{C_A.V.M}{m}$
3.3	Pourcentage massique : AN : p = 99,6 %. Indication vérifiée.

CHAPITRE 3 : COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE. CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE/BASE.

I. ACIDE FAIBLE-BASE FAIBLE

1. Etude d'un acide faible : l'acide éthanoïque.

1.1 Ionisation de l'acide éthanoïque : $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

1.2 Ionisation partielle de l'acide éthanoïque.

Soit une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire C = 10^{-2} mol/L, à 25°C, son pH = 3,4.

- pH < 7, la solution est acide ;
- $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 4{,}0.10^{-4}$ mol/L alors $[H_3O^+] \neq C$ et donc pH ≠ - log C.

L'acide éthanoïque se dissocie partiellement : c'est un acide faible.

1.3 Définition d'un acide faible : Un acide est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est limitée (partielle).

2.Etude d'une base faible : l'ammoniac.

2.1 Ionisation de l'ammoniac.

Soit une solution aqueuse d'ammoniac NH_3, de concentration molaire C = 10^{-1} mol/L, à 25°C, son pH = 11,1.

- pH > 7 alors l'ammoniac est une base ;
- $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 1{,}26.10^{-3}$ mol/L, alors $[OH^-] \neq C$ et donc pH ≠ 14 + log C.

L'ionisation de l'ammoniac est donc partielle : c'est une base faible.

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-.$$

2.2 Définition d'une base faible : Une base est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau n'est pas totale (partielle).

II.COUPLE ACIDE-BASE.

1.Définitions selon Bronsted.

• Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton H^+.

Exemples : $CH_3COOH \longrightarrow H^+ + CH_3COO^-$

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$NH_4^+ \longrightarrow H^+ + NH_3$

• Une base est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de capter au moins un proton.

Exemples : $CH_3COO^- + H^+ \longrightarrow CH_3COOH$

$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$

2. **Couple acide-base.**

Lorsqu un acide et sa base conjuguée sont en équilibre dans l'eau, ils forment un couple acide/base.

Acide $\rightleftarrows$ Base + H^+ : couple : Acide/Base.

$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$: couple : NH_4^+/NH_3 ; NH_4^+ est l'acide conjugué de la base NH_3 et NH_3 est la base conjuguée de l'acide NH_4^+ .

$NO_2^- + H^+ \rightleftharpoons HNO_2$: couple : HNO_2 / NO_2^-

Définition : Un couple acide base est l'ensemble de deux espèces chimique conjuguées par un transfert de protons.

3. Couples de l'eau.

- L'eau se comporte comme une base : $H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$ couple : H_3O^+/ H_2O.
- L'eau se comporte comme un acide : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ couple : H_2O/OH^-.

L'eau est une espèce amphotère ou ampholyte.

4. Cas des acides forts et bases fortes.

H Cl est un acide fort : H Cl $\longrightarrow H^+ + Cl^-$ (couple : H Cl/Cl^-) ; Cl^- est une base indifférente à l'eau, il ne réagit pas.

Na OH est une base forte : Na OH $\xrightarrow{eau} Na^+ + OH^-$ (couple : Na^+/Na PH) ; Na^+ est un acide indifférent à l'eau, il ne réagit pas.

II.CONSTANTE D'ACIDITE. CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE/BASE.

1.Constante d'acidité d'un couple acide/base.

Soit AH un acide faible de couple AH/A^- : AH + $H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$.

La constante d'acidité est la constante de l'équilibre de dissociation d'une espèce chimique dans l'eau.

$k_a = \frac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]}$ On définit aussi le pk_a du couple : pk_a = -log k_a alors $k_a = 10^{-pka}$.

2. Relation entre pH et pk_a.

- log k_a = - log $\frac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]}$ = - (log$[A^-]$. $[H_3O^+]$) - log $[AH]$ donc pH = $\boldsymbol{pk_a}$ + log $\frac{[A^-]}{[AH]}$

3. Classification des couples acide/base.

3.1 Force d'un acide-Force d'une base

- De deux acides faibles, le plus fort est celui dont la constante d'acidité ka du couple auquel il appartient est la plus grande (pk_a plus petit).

- De deux bases faibles, la plus forte est celle pour laquelle la constante d'acidité du couple auquel elle appartient est la plus petite (pk_a plus grand).

3.2Domaine de prédominance

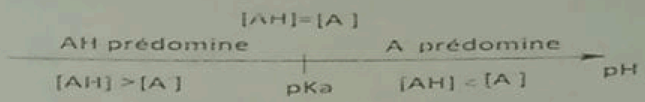
- **Diagramme de prédominance :**

Soit l'équilibre : AH + H_2O $\rightleftharpoons A^- + H_3O^+$: pH = pk_a + log $\frac{[A^-]}{[AH]}$.

-Si pH = $\boldsymbol{pk_a}$ alors log $\frac{[A^-]}{[AH]}$ = 0 alors $[A^-]$ = [AH].

Si pH > pk_a alors $\log\frac{[A^-]}{[AH]} > 0$ alors $[A^-] > [AH]$ la base A^- est l'espèce prédominante.
L'intervalle de pH > pk_a est le domaine de prédominance de l'espèce A^-.

-Si pH < pk_a alors $\log\frac{[A^-]}{[AH]} < 0$ alors $[A^-] < [AH]$ l'espèce AH prédomine. L'intervalle de pH < pk_a est le domaine de prédominance de l'espèce AH.



•Application aux indicateurs colorés.

Définition : Un indicateur coloré constitue un couple acide/base dont l'acide et la base conjuguée son de couleurs différentes.

- Zone de virage et teinte sensible

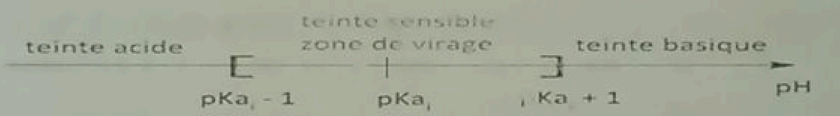
Soient H Ind et Ind^- les espèces conjuguées d'un indicateur coloré :

H Ind + $H_2O \rightleftharpoons Ind^- + H_3O^+$: pH = $pk_{a_i} + \log\frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]}$.

-Si $\frac{[H\ Ind]}{[Ind^-]} \geq 0$ alors $\log\frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \leq -1$ et **pH < $pk_{a_i} - 1$** ; l'indicateur coloré a sa teinte acide.

-Si $\frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \geq 0$ alors $\log\frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \geq 1$ et pH > $pk_{a_i} + 1$; l'indicateur coloré a sa teinte basique.

-Si pH = pk_{a_i} ; l'indicateur coloré prend sa teinte sensible.



On a donc d'après la convention : $pk_{a_i} - 1 < pH < pk_{a_i} + 1$

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 01

La dissolution lente et progressive dans l'eau pure du dioxyde de carbone présent dans l'air montre une diminution de pH de cette eau jusqu'à une valeur constante de 5,7.

Un équilibre s'établit entre le CO_2 présent dans l'air et le CO_2 dissout dans l'eau que l'on notera H_2CO_3aq (= CO_2, H_2O).

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Compléter l'équation bilan suivante : $H_2CO_3aq + H_2O \rightleftharpoons$ ………. + ……..

1.3 Démontrer à partir de l'expression de la constante d'acidité, la relation pH = $pk_a + \log\frac{[HCO_3^-aq]}{[H_2CO_3aq]}$.

2. Le pk_a du couple correspondant à la solution de CO_2 dissout dans l'eau est tel que pk_a = 6,4.

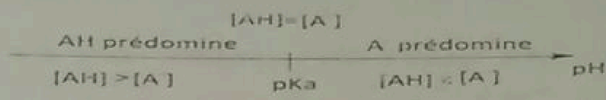
2.1 Définir le domaine de prédominance d'une espèce chimique.

2.2 Calculer le rapport $\frac{[HCO^-aq]}{[H_2CO_3aq]}$ pour de l'eau acidifié à pH = 5,7. Préciser l'espèce qui prédomine.

2.3 Tracer sur un axe gradué en pH, le diagramme de prédominance des espèces HCO_3^-aq et H_2CO_3aq.

-Si pH > pk_a alors $\log \frac{[A^-]}{[AH]} > 0$ alors $[A^-] > [AH]$ la base A^- est l'espèce prédominante.
L'intervalle de pH > pk_a est le domaine de prédominance de l'espèce A^-.

-Si pH < pk_a alors $\log \frac{[A^-]}{[AH]} < 0$ alors $[A^-] < [AH]$ l'espèce AH prédomine. L'intervalle de pH < pk_a est le domaine de prédominance de l'espèce AH.



***Application aux indicateurs colorés.**

Définition : Un indicateur coloré constitue un couple acide/base dont l'acide et la base conjuguée sont de couleurs différentes.

- Zone de virage et teinte sensible

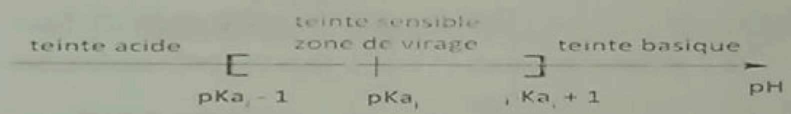
Soient H Ind et Ind^- les espèces conjuguées d'un indicateur coloré :

H Ind + $H_2O \rightleftharpoons Ind^- + H_3O^+$: pH = $pk_{a_i} + \log \frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]}$.

-Si $\frac{[H\ Ind]}{[Ind^-]} \geq 0$ alors $\log \frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \leq -1$ et **pH < $pk_{a_i} - 1$** ; l'indicateur coloré a sa teinte acide.

-Si $\frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \geq 0$ alors $\log \frac{[Ind^-]}{[H\ Ind]} \geq 1$ et **pH > $pk_{a_i} + 1$** ; l'indicateur coloré a sa teinte basique.

-Si pH = pk_{a_i} ; l'indicateur coloré prend sa teinte sensible.



On a donc d'après la convention : $pk_{a_i} - 1 < pH < pk_{a_i} + 1$

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 01

La dissolution lente et progressive dans l'eau pure du dioxyde de carbone présent dans l'air montre une diminution de pH de cette eau jusqu'à une valeur constante de 5,7.

Un équilibre s'établit entre le CO_2 présent dans l'air et le CO_2 dissout dans l'eau que l'on notera H_2CO_3aq (= CO_2, H_2O).

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Compléter l'équation bilan suivante : H_2CO_3aq + $H_2O \rightleftharpoons$ .... + ...

1.3 Démontrer à partir de l'expression de la constante d'acidité, la relation pH = $pk_a + \log \frac{[HCO_3^- aq]}{[H_2CO_3 aq]}$.

2. Le pk_a du couple correspondant à la solution de CO_2 dissout dans l'eau est tel que pk_a = 6,4.

2.1 Définir le domaine de prédominance d'une espèce chimique.

2.2 Calculer le rapport $\frac{[HCO^- aq]}{[H_2CO_3 aq]}$ pour de l'eau acidifié à pH = 5,7. Préciser l'espèce qui prédomine.

2.3 Tracer sur un axe gradué en pH, le diagramme de prédominance des espèces $HCO_3^- aq$ et $H_2CO_3 aq$.

3. On donne le pk_a du couple CH_3COOH/CH_3COO^- égal à 4,8.

3.1 Définir la force d'un acide.

3.2 Préciser la base la plus forte entre $HCO_3^- aq$ et CH_3COO^-. Justifier.

3.3 Déterminer les concentrations molaires en $HCO_3^- aq$ et CH_3COO^- dans la solution acidifiée de pH = 5,7 à l'équilibre. Ces résultats sont-ils en accord avec la question 2.2 ?

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 02

Données : $pk_a = 3,90$ pour l'acide lactique à 37° C : $k_e = 2,40.10^{-14}$ à 37° C.

L'acide lactique, de formule $CH_3CHOH - COOH$, peut se former par fermentation du lactose conten dans le lait.

1.On considère un lait de pH = 6,7 à 37°C.

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Donner le couple acide base correspondant à l'acide lactique.

1.3 Calculer le rapport de concentrations $\frac{[CH_3CHOH-COO^-]}{[CH_3CHOH-COOH]}$ dans le lait à 37° C. Pouvait-on prévoir l'espèce prédominante dans ce lait avec la seule mesure du pH à 37° C ?

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 37° C.

2.1 Définir une réaction acido-basique.

2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.

2.3 Justifier 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 molaire $C_a = 0,050$ mol/L. La mesure d son pH à 25° C donne 2,6.

3.1 Définir la force d'un acide.

3.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide lactique et l'eau.

3.3 Déterminer le pk_a du couple acide lactique/ion lactate. Justifier pourquoi cette valeur est différe avec celle des données.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 03

Un élève de terminale S, souhaite montrer expérimentalement que le couple HCOOH/$HCOO^-$ met jeu un acide et une base qui réagissent de façon limitée avec l'eau. Il veut déterminer le pk_a de ce couple. Pour cela, il mesure le pH de trois solutions aqueuses à 25° C.

1.L'élève dispose d'une solution aqueuse S d'acide méthanoïque de concentration molaire C = 0,040 mol/L. Le pH de cette solution est égal à 2,6.

1.1 Définir un acide faible.

1.2 Montrer que la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau est limitée.

1.3 Vérifier que le pk_adu couple correspondant à l'acide méthanoïque est égal à 3,8.

2. L'élève mesure ensuite le pH d'une solution S' de méthanoate de sodium, de concentration molaire $C' = 0,040$ mol/L. Le pH de la solution obtenue vaut 8,2.

L'élève ajoute à la solution S' quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 1,0$ mol/L. La solution finale à un pH = 5,2.

2.1 Définir une base faible.

2.2 Justifier que la réaction entre l'ion méthanoate et l'eau, avant l'ajout de la solution d'acide chlorhydrique est limitée.

2.3 Tracer le diagramme de prédominance du couple acide méthanoïque/ion méthanoate. Préciser l'espèce qui prédomine à pH = 5,2.

3. Enfin, l'élève mélange un volume V = 20 ml de solution S avec un volume $V' = 20$ ml de solution S'. Le pH du mélange vaut 3,8.

3.1 Définir un couple acide base.

3.2 Calculer le rapport des concentrations effectives initiales $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$.

3.3 En admettant qu'il ne se produit aucune réaction dans le mélange, retrouver la valeur du pk_a de la question 1.3.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 04

Lorsqu'on dissout un indicateur coloré dans une solution, la coloration qu'il lui donne permet de déterminer l'intervalle auquel appartient le pH.

1.On dissout des cristaux de chlorure d'ammonium dans l'eau pure, La solution obtenue a une concentration molaire C = 0,10 mol/L. Son pH mesuré à 25° C est égal à 5,1.

1.1 Définir une réaction acido-basique.

1.2 Ecrire l'équation bilan de dissociation du chlorure d'ammonium et celle de la mise en solution de l'ion ammonium dans l'eau.

1.3 Déterminer le pk_a du couple ion ammonium/ammoniac.

2. L'hélianthine est un indicateur coloré de formule R-SO_3H dont le $pk_a = 3,5$.

2.1 Définir la force d'un acide.

2.2 Ecrire l'équation bilan d'ionisation de l'hélianthine.

2.3 Comparer la force de l'acide R-SO_3H à celle de l'acide du couple NH_4^+/NH_3.

3. La forme acide du couple de l'hélianthine donne à la solution une couleur rose si [R-SO_3H] >10. [R-SO_3^-]. La forme basique du couple de l'hélianthine donne à la solution une couleur jaune si [R-SO_3^-] > 10. [R-SO_3H].

En agissant sur le pH de la solution de l'hélianthine, on peut faire varier la concentration des deux formes acide et basique en présence.

3.1Définir un indicateur coloré acido-basique.

3.2 Déterminer les valeurs de pH qui délimitent la zone de virage de l'hélianthine.

2. L'élève mesure ensuite le pH d'une solution S' de méthanoate de sodium, de concentration molaire $C' = 0,040$ mol/L. Le pH de la solution obtenue vaut 8,2.

L'élève ajoute à la solution S' quelques gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 1,0$ mol/L. La solution finale à un pH = 5,2.

2.1 Définir une base faible.

2.2 Justifier que la réaction entre l'ion méthanoate et l'eau, avant l'ajout de la solution d'acide chlorhydrique est limitée.

2.3 Tracer le diagramme de prédominance du couple acide méthanoïque/ion méthanoate. Préciser l'espèce qui prédomine à pH = 5,2.

3. Enfin, l'élève mélange un volume V = 20 ml de solution S avec un volume $V' = 20$ ml de solution S'. Le pH du mélange vaut 3,8.

3.1 Définir un couple acide base.

3.2 Calculer le rapport des concentrations effectives initiales $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$.

3.3 En admettant qu'il ne se produit aucune réaction dans le mélange, retrouver la valeur du pk_a de la question 1.3.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 04

Lorsqu'on dissout un indicateur coloré dans une solution, la coloration qu'il lui donne permet de déterminer l'intervalle auquel appartient le pH.

1.On dissout des cristaux de chlorure d'ammonium dans l'eau pure, La solution obtenue a une concentration molaire C = 0,10 mol/L. Son pH mesuré à 25° C est égal à 5,1.

1.1 Définir une réaction acido-basique.

1.2 Ecrire l'équation bilan de dissociation du chlorure d'ammonium et celle de la mise en solution de l'ion ammonium dans l'eau.

1.3 Déterminer le pk_a du couple ion ammonium/ammoniac.

2. L'hélianthine est un indicateur coloré de formule R-SO_3H dont le $pk_a = 3,5$.

2.1 Définir la force d'un acide.

2.2 Ecrire l'équation bilan d'ionisation de l'hélianthine.

2.3 Comparer la force de l'acide R-SO_3H à celle de l'acide du couple NH_4^+/NH_3.

3. La forme acide du couple de l'hélianthine donne à la solution une couleur rose si [R-SO_3H] >10. [R-SO_3^-]. La forme basique du couple de l'hélianthine donne à la solution une couleur jaune si [R-SO_3^-] > 10. [R-SO_3H].

En agissant sur le pH de la solution de l'hélianthine, on peut faire varier la concentration des deux formes acide et basique en présence.

3.1Définir un indicateur coloré acido-basique.

3.2 Déterminer les valeurs de pH qui délimitent la zone de virage de l'hélianthine.

3.3 On ajoute à la solution de chlorure d'ammonium précédente quelques gouttes de la solution d'hélianthine. Le pH de la solution n'est pas modifié.

Justifier la couleur prise par la solution de chlorure de sodium.

ENONCE COUPLES ACIDE/BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 05

On mesure le pH des deux solutions contenant les deux espèces conjuguées du couple d'un acide carboxylique AH. La solution S_1 contient l'espèce A^-, provenant d'un carboxylate de sodium, de concentration molaire $C_1 = 0{,}10$ mol/L et la solution S_2 contient l'espèce AH, de concentration molaire $C_2 = 0{,}10$ mol/L.

Le but de cet énoncé est d'identifier l'acide AH et de déterminer le pk_a du couple auquel appartient cet acide.

1.On dissout une masse m = 1,85 g d'un acide AH dans un volume V = 250 ml d'eau distillée. La concentration de la solution obtenue est C = 0,10 mol/L.

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Déterminer la masse molaire de cet acide.

1.3 Démontrer que cet acide contient trois atomes de carbone. Donner sa formule semi-développée et son nom.

2. Les mesures de pH de plusieurs mélanges réalisés dans des béchers (V_1 représente le volume de S_1 et V_2 le volume de S_2) a permis de tracer la courbe pH = f (log $\frac{[A^-]}{[AH]}$).

Soit le mélange contenant V_1 = 10 ml de S_1 et V_2 = 40 ml de S_2. Le pH du mélange est égal à 4,2 à 25° C.

2.1 Définir une reaction acido-basique.

2.2 Donner les couples acide/base relatifs à l'ionisation de cet acide en utilisant les formules semi-développees.

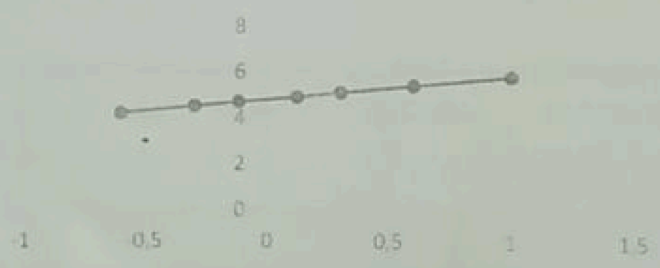
2.3 Démontrer que $\frac{[A^-]}{[AH]} = \frac{V_1}{V_2}$.

3. Exploitation du graphe pH = f (log $\frac{[A^-]}{[AH]}$)

3.1 Définir la constante d'acidité d'un acide.

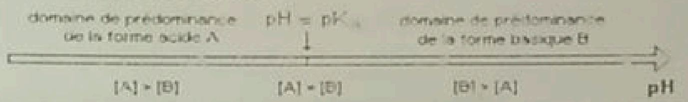
3.2 Etablir l'équation liant pH, V_1 et V_2 relative à la courbe.

3.3 Déterminer une valeur approchée du pk_a du couple acide/base de cet acide.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 4 : COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE. CLASSIFICATION DES COUPLES ACDE/BASE

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 01

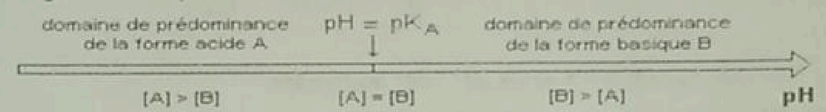
1.1	C'est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.
1.2	Equation bilan : $H_2CO_3\text{aq} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^-\text{aq} + H_3O^+$.
1.3	On a : $k_a = \frac{[HCO_3^-].[H_3O^+]}{[H_2CO_3aq]}$; - log k_a = - log $[HCO_3^-\text{aq}].[H_3O^+]$ + log $[H_2CO_3aq]$ - Log k_a = - log $[HCO_3^-\text{aq}]$ - log $[H_3O^+]$ + log $[H_2CO_3\text{aq}]$ D'où pH = $pk_a + \log \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3aq]}$ (1).
2.1	C'est l'intervalle de pH où l'espèce chimique prédomine.
2.2	D'après la relation (1) : $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3aq]} = 10^{pH-pk_a}$; $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3aq]} = 0{,}20$ (2) H_2CO_3aq prédomine devant HCO_3^-aq.
2.3	Diagramme de prédominance : 
3.1	La force d'un acide est la tendance qu'a cet acide de céder un proton.
3.2	$H_2CO_3^-$aq est plus forte que l'ion CH_3COO^- car 6.4 > 4.8.
3.3	Concentrations molaires : pH = 5,7 alors $[H_3O^+]$ = 2,0.10^{-6} mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]}$ = 5,0.10^{-9} mol/L -Electro neutralité : $[H_3O^+] = [OH^-] + [HCO_3^-]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ $[HCO_3^-\text{aq}] \approx [H_3O^+]$ = 2,0.10^{-6} mol/L ; d'après l'équation (2) $[H_2CO_3\text{aq}] = \frac{[HCO_3^-aq]}{0{,}20}$ = 1,0.10^{-5} mol/L les résultats sont en accord avec la question 2.2.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 02

1.1	C'est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.
1.2	Couple acide-base : $CH_3CHOH-COOH/CH_3CHOH-COO^-$.
1.3	Rapport de concentrations : pH = $pk_a + \log\frac{[B]}{[A]}$; $\frac{[B]}{[A]} = 10^{pH-pk_a}$ alors $\frac{[CH_3CHOH-COO^-]}{[CH_3CHOH-COOH]}$ = 631. pH > pk_a, oui, l'espèce basique prédomine, c'est prévisible.
2.1	Une réaction acido-basique est un transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple acide/base.
2.2	Equation bilan : $CH_3CHOH-COOH + OH^- \longrightarrow CH_3CHOH-COO^- + H_2O$
2.3	L'eau basique apporte les ions hydroxyde qui réagissent avec l'acide lactique en le transformant en sa base conjuguée qui n'a pas d'effets sur les muscles.
3.1	La force d'un acide est la tendance qu'a cet acide de céder un proton.
3.2	Equation bilan : $CH_3CHOH-COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3CHOH-COO^- + H_3O^+$
3.3	pk_a du couple : pH = 2,6 alors $[H_3O^+]$ = 2,5.10^{-3} mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]}$ = 4,0.10^{-12} mol/L -Electro neutralité : $[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3CHOH-COO^-]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ $[CH_3CHOH-COO^-] \approx [H_3O^+]$ = 2,5.10^{-3} mol/L ; d'après la conservation de la matière : $[CH_3$CH0H -COOH] = C_a - $[CH_3CHOH-COO^-]$ = 0,048 mol/L. pk_a = pH – log $\frac{[CH_3CHOH-COO^-]}{[CH_3CHOH-COOH]}$; AN : pk_a = 3,88.

	La différence de pk_a est due à la différence de température.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 03

1.1	Un acide est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est partielle.
1.2	Calculons – log C = - log (0,040) = 1,4 ; alors pH ≠ - log C. Ce n'est pas un acide fort.
1.3	pk_a du couple : pH = 2,6 alors $[H_3O^+] = 2{,}5.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 4{,}0.10^{-12}$ mol/L -Electro neutralité : $[H_3O^+] = [OH^-] + [HCOO^-]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ $[HCOO^-] \approx [H_3O^+] = 2{,}5.10^{-3}$ mol/L ; d'après la conservation de la matière : [HCOOH] = C - $[HCOO^-]$ = 0,038 mol/L. $pk_a = \text{pH} - \log\frac{[HCOO^-]}{[\text{H COOH}]}$: AN : $pk_a = 3{,}8$.
2.1	Une base est faible en solution aqueuse si sa réaction avec l'eau est partielle.
2.2	Calculons 14 + log C' = 14 + log (0,040) = 12,6 alors pH ≠ 14 + log C'. Ce n'est pas une base forte.
2.3	Diagramme de prédominance : 
3.1	C'est un ensemble de deux espèces chimiques conjuguées par un transfert de protons.
3.2	$\frac{[HCOO^-]_i}{[\text{H COOH}]_i} = \frac{C'.V'}{C'.V'} = 1$
3.3	On a pH = $pk_a + \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$; d'apr s l'électro neutralité : $[HCOO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] + [Na^+]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+] \ll [Na^+]$ alors $[HCOO^-] \approx [Na^+] = \frac{C'.V'}{V_T}$ La conservation de la matière donne $\frac{C'.V'}{V_T} + \frac{C.V}{V_T} = [HCOO^-] + [HCOOH]$ ainsi $[HCOOH] = \frac{C.V}{V_T}$ soit pH = pk_a.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 04

1.1	Une réaction acido-basique est un transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple acide/base.
1.2	$NH_4\,Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ (1) ; $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$
1.3	Détermination du pk_a : pH = 5,1 alors $[H_3O^+] = 8{,}0.10^{-6}$ mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 1{,}6.10^{-9}$ mol/L -Electro neutralité : $[H_3O^+] + [NH_4^+] = [OH^-] + [Cl^-]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ D'après (1) $[NH_4^+] = [Cl^-]$ = C = 0,10 mol/L. $[Cl^-] = [H_3O^+] + [NH_4^+]$ (2) ; D'après la conservation de la matière . $[NH_3]$ = C - $[NH_4^+]$ et (2) on a : $[NH_3] = [H_3O^+] = 8{,}0.10^{-6}$ mol/L $pk_a = \text{pH} - \log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$: AN : $pk_a = 9{,}2$.
2.1	La force d'un acide est la tendance qu'a cet acide à céder un proton.
2.2	R-SO_3H + H_2O $\longrightarrow$ R-SO_3^- + H_3O^+
2.3	On a : 3,5 < 9,2 alors R-SO_3H est plus forte que l'acide NH_4^+.
3.1	Un indicateur coloré est un couple acide/base dont les formes acide et basique conjuguées sont

	de couleurs différentes.
3.2	Zone de virage : $\frac{[R-SO_3^-]}{[R-SO_3H]} < \frac{1}{10} \Rightarrow \log\frac{[R-SO_3^-]}{[R-SO_3H]} < -1$ donc pH < - 1 + pk_a. soit pH < 2.5 couleur rose. $\frac{[R-SO_3^-]}{[R-SO_3H]} > 10 \Rightarrow \log\frac{[R-SO_3^-]}{[R-SO_3H]} > 1$ alors pH > 1 + pk_a donc pH > 4,5 couleur jaune.
3.3	La couleur de la solution est jaune car 5,1 > 4,5.

CORRIGE ENONCE COUPLES ACIDE BASE. CONSTANTE D'ACIDITE 05

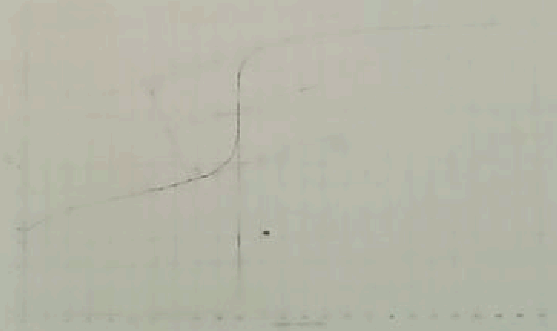
1.1	Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.
1.2	Masse molaire de l'acide : $M = \frac{m}{C.V}$; AN : M = 74 g/mol.
1.3	$M(C_nH_{2n}O_2)$ = 14n + 32 = 74 alors n = 3. Formule CH_3CH_2COOH acide propanoïque.
2.1	Une réaction acido-basique est un transfert de protons entre l'acide du premier couple et la base du second couple acide/base.
2.2	Couples acide/base : $CH_3CH_2COOH/\ CH_3CH_2COO^-$ et H_3O^+/H_2O.
2.3	pH = 4,2 alors $[H_3O^+] = 6.3.10^{-5}$ mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 1,6.10^{-10}$ mol/L Electro neutralité : $[A^-] + [OH^-] = [H_3O^+] + [Na^+]$ or $[OH^-] \ll [H_3O^+] \ll [Na^+]$ alors $[A^-] \approx [Na^+] = \frac{C.V_1}{V_T}$ (1). La conservation de la matière donne $\frac{C.V_1}{V_T} + \frac{C.V_2}{V_T} = [A^-] + [AH]$ ainsi $[AH] = \frac{C.V_2}{V_T}$ soit $\frac{[A^-]}{[AH]} = \frac{V_1}{V_2}$.
3.1	La constante d'acidité est la constante de l'équilibre de la réaction de dissociation d'une espèce chimique dans le cadre des réactions acido-basiques.
3.2	Equation liant pH, V_1 et V_2 : Soit l'équation y = ax + b ; y = pH et x = $\log\frac{V_1}{V_2}$ alors pH = a.log($\frac{V_1}{V_2}$) + b
3.3	Valeur approchée du pk_a : pH = pk_a + log ($\frac{V_1}{V_2}$) par identification b = pk_a = ordonnée à l'origine, soit b = pk_a = 4,9.

CHAPITRE 4 : REACTIONS ACIDO-BASIQUES. DOSAGES. SOLUTIONS TAMPONS

I.RÉACTIONS ENTRE UN ACIDE FAIBLE ET UNE BASE FORTE

$$AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O \quad \text{ou} \quad BH^+ + OH^- \longrightarrow B + H_2O$$

I.1 Etude expérimentale de l'évolution de la courbe pH = f (V_B).



I.2 Equivalence acido-basique : Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

$$n\,(AH)_{initialement\ présent} = n\,(OH^-)_{ajoutés} \text{ alors } C_A.V_A = C_B.V_{BE}.$$

I.4 Demi-équivalence acido-basique : À la demi-équivalence, $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$; la quantité de matière d'acide introduite initialement a réagi.

$n\,(AH)_{rest} = n\,(AH)_{initiale} - n\,(A^-)$ or $n\,(A^-) = n\,(OH^-) = \frac{n_0}{2}$ alors $n\,(AH)_{rest} = n_0 - \frac{n_0}{2} = \frac{n_0}{2}$

d'où $[AH] = [A^-]$; de la relation $pH = pk_a + \log\frac{[A^-]}{[AH]}$ on a : $pH = pk_a$.

II.REACTION ENTRE UN ACIDE FORT ET UNE BASE FAIBLE.

$$B + H_3O^+ \longrightarrow BH^+ + H_2O \text{ ou } A^- + H_3O^+ \longrightarrow AH + H_2O$$

II.1 Etude expérimentale de l'évolution de la courbe $pH = f\,(V_A)$.

II.2 Equivalence acido-basique : Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.

$$n\,(B)_{initialement\ présent} = n\,(H_3O^+)_{ajoutés} \text{ alors } C_A.V_{AE} = C_B.V_B.$$

II.4 Demi-équivalence acido-basique : À la demi-équivalence, $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$; la quantité de matière de base introduite initialement a réagi.

$n\,(B)_{rest} = n\,(B)_{initiale} - n\,(BH^+)$ or $n\,(BH^+) = n\,(H_3O^+) = \frac{n_0}{2}$ alors $n\,(AH)_{rest} = n_0 - \frac{n_0}{2} = \frac{n_0}{2}$

d'où $[B] = [BH^+]$; de la relation $pH = pk_a + \log\frac{[B]}{[BH^+]}$ on a : $pH = pk_a$.

III.DOSAGES ACIDO-BASIQUES. SOLUTIONS TAMPONS.

III.1 Dosages acido-basiques.

1.1 **Principe :** Doser une solution c'est déterminer sa concentration molaire. Pour cela, on réalise une réaction acido-basique rapide et totale.

1.2 **Repérage du point d'équivalence :**

- **Pour un dosage pH-métrique** : l'observable est le saut de pH. Le point d'équivalence se détermine graphiquement par la méthode des tangentes parallèles.
- **Pour un dosage colorimétrique :** L'observable est la couleur de la solution. Le changement de couleur est provoqué par le virage d'un indicateur coloré.
- **Utilisation d'un indicateur coloré :** Un indicateur coloré convient pour un dosage si sa zone de virage contient le point d'équivalence.

II° 2 Solutions tampons.

Définition : Toute solution constituée d'un mélange équimolaire d'un acide faible et sa base conjuguée est une solution tampon.

Propriétés : Le pH d'une solution tampon varie peu :

- Lors d'une dilution modérée ;
- Lors d'un ajout modéré d'acide fort ou de base forte.

Application : On obtient une solution tampon, en mélangeant :

- Un acide faible et une base forte à la demi-équivalence : $n_B = \frac{1}{2}.n_A \Rightarrow C_B.V_B = \frac{1}{2}.C_A.V_A$.
- Une base faible et un acide fort à la demi-équivalence : $n_A = \frac{1}{2}.n_B \Rightarrow C_A.V_A = \frac{1}{2}.C_B.V_B$.
- Acide faible et sa base conjuguée : $n_B = n_A$.

ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 01

L'acide picrique se présente sous la forme de cristaux jaunes à température ordinaire.

On dispose d'une solution commerciale d'acide picrique que l'on notera AH à 1,0 % (c'est-à-dire contenant 1,0 g d'acide picrique pour 100 ml de solution).

On veut vérifier l'indication portée sur l'étiquette du flacon. Pour cela, des élèves de terminale S décident de doser la solution commerciale par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

1. Etude théorique : La courbe ci-dessous représente une simulation du suivi pH-métrique réalisé par les élèves, de la réaction entre une solution d'acide picrique AH et une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration molaire C = 0,010 mol/L.

1.1 Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Ecrire l'équation bilan du dosage.

1.3 Choisir l'indicateur coloré qui convient pour ce dosage. Justifier.

2. Titrage d'essai : Dans la suite (1) et (2) désignent des instruments de mesure dans la liste de la verrerie. Un élève prélève un volume $V_A = 20$ ml de solution commerciale à l'aide de (1), le verse dans un bécher et ajoute l'indicateur coloré choisi. Il remplit (2) avec la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 1,0$ mol/L. Il verse progressivement la solution de soude ; le changement de teinte de l'indicateur coloré est obtenu pour $V_{BE} = 0,80$ ml.

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, mais avec une autre solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B' = 0,050$ mol/L.

2.1 Identifier (1) et (2) dans la liste de la verrerie. Donner le paramètre observable pour repérer l'équivalence acido-basique.

2.2 Justifier pourquoi l'élève décide de doser une autre prise ?

2.3 Choisir la verrerie nécessaire à la préparation d'un volume $V_B' = 100$ ml de l'autre solution de soude à partir de la solution $C_B = 1,0$ mol/L.

3. Titrage de précision : L'élève réalise le dosage de la solution d'acide picrique par la solution de soude de concentration molaire $C_B^{'} = 0{,}050$ mol/L. Le volume versé pour atteindre l'équivalence est $V_{BE}^{'} = 17{,}7$ ml.

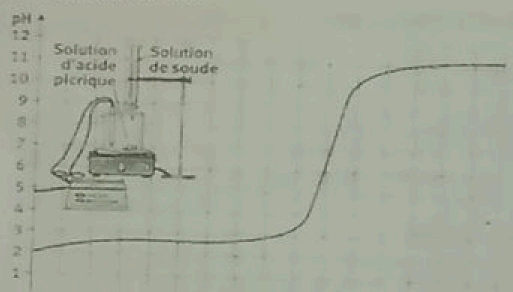
3.1 Définir l'équivalence acido-basique.

3.2 Donner les couples acide/base mis en jeu dans le dosage de l'acide picrique AH.

3.3 Déterminer la masse d'acide picrique dissout dans 100 ml de solution commerciale. Le résultat est-il en accord avec l'indication portée sur le flacon ?

Données : jaune de méthyle : 2,9 – 4,0 ; Hélianthine : 3,1 – 4,4 ; Bleu de bromothymol : 6,0 – 7,6 ; Jaune d'alizarine : 10,0 – 12,0 ; M (acide picrique) = 229 g/mol.

- Pipettes graduées : 5 ml, 10 ml, 20 ml ;
- Pipettes jaugées : 1 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml ;
- Fioles jaugées : 50 ml, 100 ml ;
- Bécher : 75 ml, 100 ml, 150 ml, 200 ml ;
- Eprouvettes graduées : 5 ml, 10 ml, 20 ml 50 ml ;
- Erlenmeyers : 100 ml, 250 ml ;
- Burette graduée : 25 ml, 50 ml.



ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 02

Données : M (Na HSO_4) = 120 g/mol ; pk_a (HSO_4^-/SO_4^{2-}) = 1,9 à 25° C ; $k_e = 1.0.10^{-14}$ à 25 °C.

Pour abaisser le pH des eaux d'une piscine, on utilise une poudre appelée « pH moins » qui contient de l'hydrogéno sulfate de sodium de formule Na H SO_4. On souhaite déterminer le pourcentage massique de l'hydrogéno-sulfate de sodium contenu dans cette poudre, par deux méthodes, pour ainsi préparer une solution tampon.

On considère que les propriétés acido-basiques de la poudre sont dues uniquement à la présence d'ions H SO_4^- appartenant au couple H SO_4^- aq/SO_4^{2-} aq.

1.Première méthode : On dissout 1,0 g de cette poudre dans un volume V = 100 ml d'eau distillée. On obtient une solution A. On prélève un volume $V_A = 20$ ml de solution A que l'on dose par pH-métrie, par une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}10$ mol/L. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsqu'on a versé un volume $V_{BE} = 15{,}6$ ml.

1.1 Donner le paramètre observable pour repérer le point d'équivalence pour un dosage pH métrique.

1.2 Ecrire l'équation bilan support du dosage.

1.3 Déterminer la concentration C_A de la solution A. Calculer le pourcentage massique d'hydrogéno sulfate de sodium contenu dans la poudre.

2. Deuxième méthode : On introduit une masse m = 1,0 g d'hydrogéno-sulfate de sodium dans un erlenmeyer. On ajoute un volume $V_0 = 20$ ml de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_0 = 1,0$ mol/L. On dose l'excès de solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 1,0$ mol/L, en présence d'un indicateur coloré approprié. Le virage de ce dernier est observé lorsqu'on a versé un volume $V_{aE} = 12,2$ ml.

2.1 Donner les couples acide/base mis en jeu lors du dosage de l'excès de solution d'hydroxyde de sodium avec l'acide chlorhydrique.

2.2 Déterminer la quantité de matière d'ions H SO_4^- aq ayant réagi avec la solution d'hydroxyde de sodium.

2.3 Déterminer le pourcentage massique d'hydrogéno-sulfate de sodium contenu dans la poudre. Le résultat est-il en accord avec 1.3 ?

3. On veut préparer une solution S en mélangeant un volume V_a d hydrogéno-sulfate de sodium de concentration molaire C avec un volume V_b de solution de soude, de même concentration molaire C. Le voiume de la solution S obtenu est V = 150 ml lorsque pH = pk_a.

3.1 Nommer la solution S obtenue.

3.2 Préciser les propriétés d'une telle solution.

3.3 Déterminer les volumes V_a et V_b à mélanger pour préparer cette solution S.

ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 03

On se propose de déterminer l'alcalimétrie d'une eau industrielle. Pour cela, on réalise le dosage pH métrique d'un volume V = 50 ml d'eau par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_1 = 0,10 mol/L. Les résultats des différentes mesures ont permis de tracer la courbe pH = f (V_A). On admettra que l'alcalimétrie est due à la seule base faible : ion hydrogénocarbonate HCO_3^-.

1.1Définir un acide au sens de Bronsted.

1.2 Ecrire l'équation bilan support du dosage.

1.3 Déterminer la concentration molaire C_B de la base HCO_3^-.

2. On considère la solution obtenue lorsqu'on a versé un volume d'acide chlorhydrique $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$.

2.1 Définir la force d'une base.

2.2 Ecrire la relation molaire entre les quantités de matière de base HCO_3^- et d'ions H_3O^+ ajoutés.

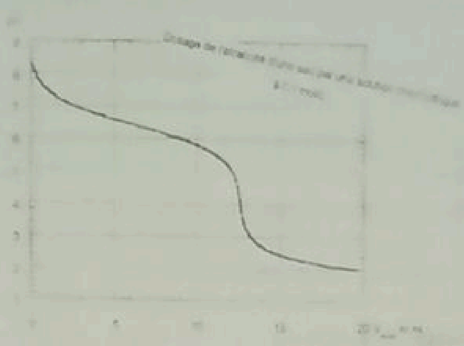
2.3 Déterminer graphiquement le pk_a du couple correspondant à l'eau alcaline.

3. Le titre alcalimétrique complet (T.A.C) d'une eau s'exprime par le même nombre que le volume exprimé en ml d'une solution acide telle que $C_A = 2,0.10^{-2}$ mol/L nécessaire pour doser un volume V = 100 ml d'eau.

3.1 Définir la concentration molaire d'une espèce chimique.

3.2 Justifier à partir de la courbe de dosage que HCO_3^- est une base faible.

3.3 Déterminer le titre alcalimétrique complet de l'eau étudiée.



ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 04

De nombreuses réactions chimiques sont des réactions acido-basiques, aussi est-il intéressant d'étudier les réactions susceptibles de se produire entre un acide et une base appartenant à deux couples différents. Le but de cette étude est de dégager les caractéristiques de telles réactions.

1.On réalise un dosage pH métrique d'un volume V_A = 20 ml d'une solution d'un monoacide AH, de concentration molaire C_A par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire C_B = 0,126 mol/L. La courbe d'évolution du pH en fonction du volume de base versé est donnée ci-dessous.

1.1 Donner un paramètre qui montre que la courbe d'évolution pH = f (V_B) permet de vérifier que l'acide AH est un acide faible.

1.2 Décrire comment varie le pH en fonction du volume de base versé.

1.3 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence. Vérifier que $pH_E = \frac{1}{2}(pk_e + pk_a + \log C_{AE})$.

2. On considère une solution aqueuse d'acide AH lorsque V_B = 0, de concentration molaire C_A = 0,10 mol/L.

2.1 Définir la force d'un acide.

2.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre AH et l'eau.

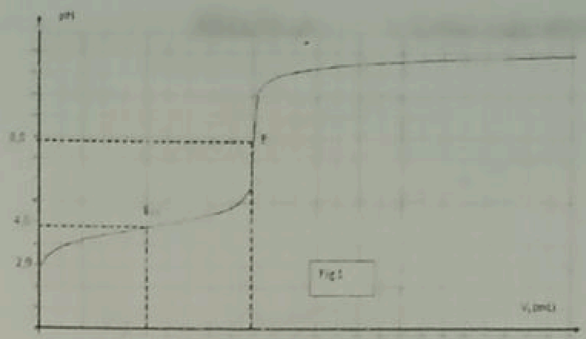
2.3 Retrouver le pk_a du couple AH/A^-.

3. On désire étalonner le pH-mètre, pour cela on prépare un volume V = 50 ml de solution en mélangeant un volume V_a de l'acide AH et un volume V_B d'une solution de carboxylate de sodium (ANa) de concentrations identiques. Le pH de la solution obtenue est pH = 4,8.

3.1 Définir une solution tampon.

3.2 Préciser les propriétés de la solution étalon obtenue.

3.3 Déterminer les volumes V_a et V_B mélanger pour préparer cette solution afin de préparer la solution étalon.



ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 05

Au cours d'un devoir de travaux pratiques, afin d'identifier un acide AH, un élève de terminale S est chargé d'effectuer le dosage d'un volume $V_a = 20$ ml d'une solution d'acide AH inconnu par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_b.

Au cours du dosage, l'élève suit l'évolution du pH de la solution obtenue en fonction du volume de base versée. Ce qui permet de tracer la courbe pH = f (V_b).

1.1Définir l'equivalence acido-basique.

1.2Schématiser le montage relatif au dosage.

1.3 Identifier l'acide AH dans le tableau ci-dessous. Justifier.

2. L'élève considère une solution aqueuse d'acide AH de concentration molaire C_a, de pH = 2,81. Le pk_a de l'acide vaut 4,2.

2.1 Définir la concentration molaire.

2.2 Ecrire l'équation bilan relative au dosage de l'acide benzoïque C_6H_5COOH par l'hydroxyde de sodium.

2.3 Déterminer la concentration molaire c_a de l'acide AH. Calculer la concentration molaire C_b de la solution titrant d'hydroxyde de sodium.

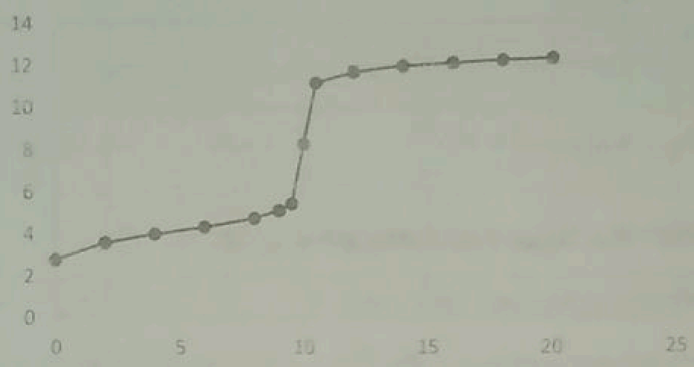
3. L'élève dilue 10 fois la solution d'acide benzoïque de concentration molaire $C_a = 0{,}040$ mol/L. La solution obtenue à une concentration C_a'. L'élève refait alors le dosage d'un volume $V_c' = 20$ ml de la solution d'acide diluée de concentration molaire C_a' par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}080$ mol/L.

3.1 Définir la dilution aqueuse.

3.2 Déterminer le volume de soude versé pour atteindre l'équivalence.

3.3 Justifier le sens de déplacement de l'équivalence. Comparer V_{BE} et V_{BE}'.

Couple acide-base	NH_4^+/NH_3	$HCOOH/HCOO^-$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	$CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$
pKa	9.2	3.8	4.2	10.7



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 4 : REACTIONS ACIDO-BASIQUES. SOLUTIONS TAMPONS

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 01

1.1	Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.
1.2	Equation bilan du dosage : AH + $OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$
1.3	Indicateur coloré : Bleu de bromothymol car la solution obtenue est basique ($A^- + Na^+$) et $6{,}0 \leq pH_E \leq 7{,}6$.
2.1	Verrerie : (1) = pipette jaugée de 20 ml ; (2) = burette graduée de 25 ml. L'observable est le changement de la couleur de l'indicateur coloré.
2.2	La solution de soude est trop concentrée. L'équivalence est rapidement atteinte avec un volume faible.
2.3	Choix de la verrerie : $C_B.V_0 = C_B'.V_B' \Rightarrow V_0 = 5{,}0$ ml on prélève un volume de 5,0 ml avec une pipette jaugée de 5 ml que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100 ml.
3.1	Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs sont mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
3.2	Couples acide/base : AH/A^- et H_2O/OH^-.
3.3	Masse d'acide picrique : À l'équivalence : $C_A.V_A = C_B'.V_B' \Rightarrow C_A = 0{,}044$ mol/L et m = n.M = $C_A.V.M = 1{,}0$ g. Indication vérifiée.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 02

1.1	L'observable est le saut de pH.
1.2	Equation bilan support du dosage : HSO_4^- aq + $OH^- \longrightarrow SO_4^{2-} + H_2O$.
1.3	Pourcentage massique : À l'équivalence $C_A.V_A = C_B.V_{BE} \Rightarrow C_A = 0{,}078$ mol/L ; m = $C_A.V.M = 0{,}94$ g alors $P = \frac{m}{m_0}$ soit p = 94 %.
2.1	Couples mis en jeu : H_3O^+/H_2O et H_2O/OH^-.
2.2	Quantité de matière d'ions HSO_4^- aq : n (HSO_4^- aq) = n $(OH^-)_{réagi} = n_0 - C_a.V_{aE} = C_0.V_0 - C_a.V_{aE} = 7{,}8.10^{-3}$ mol.
2.3	Pourcentage massique :

	$P = \frac{n.M}{m_0} \Rightarrow p = 94$ %. Résultat en accord avec 1.3.
3.1	C'est une solution tampon.
3.2	Le pH varie peu : -lors d'une dilution modérée -lors de l'ajout modérée d'acide fort ou de base forte.
3.3	Volumes V_a et V_b : On a : $n_a = \frac{1}{2} n_b$ soit $C_a.V_a = \frac{1}{2}.C_b.V_b$ et $V_a + V_b = 150$ d'où $V_a = 50$ ml et $V_b = 100$ ml.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 03

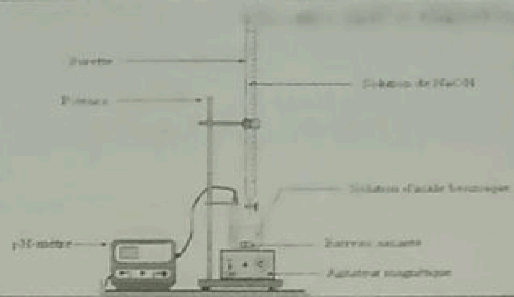
1.1	Un acide est une espèce chimique (moléculaire ou ionique) susceptible de céder au moins un proton.
1.2	Equation bilan du dosage : $HCO_3^- aq + H_3O^+ \longrightarrow H_2CO_3 + H_2O$.
1.3	Concentration molaire : À l'équivalence : $V_{BE} = 12.5$ ml ; $C_A.V_{AE} = C_B.V_B \Rightarrow C_B = 0{,}025$ mol/L.
2.1	La force d'une base est la tendance qu'a cette base de capter un proton.
2.2	Relation molaire : n (HCO_3^- aq) = 2.n (H_3O^+).
2.3	À la demi-équivalence : $V_A = \frac{V_{AE}}{2}$; pH = $pk_a = 6{,}4$.
3.1	C'est le quotient de la quantité de matière du soluté par le volume de la solution.
3.2	La courbe de dosage présente deux points d'inflexion.
3.3	Titre alcalimétrique : $C_A.V_A = C_B.V_B \Rightarrow V_A = 125$ ml.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 04

1.1	L'acide AH est faible car la courbe de dosage présente deux points d'inflexion.
1.2	Pour $V_b \in [0 ; 5$ ml] le pH croit nettement ; pour $V_b \in [5 ; 9$ ml] le pH varie peu, la courbe est quasiment rectiligne ; pour $V_b \in [9 ; 13$ ml] il y a brusque augmentation du pH ; pour $V_b \geq 13$ ml, le pH varie faiblement, la courbe tend vers une asymptote horizontale.
1.3	Par la méthode des tangentes parallèles $pH_E = 8{,}8$ et $V_{bE} = 10$ ml ; à la demi-équivalence, pH = $pk_a = 4{,}8$ et $C_{AE} = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A} = 0{,}063$ mol/L alors $pH_E = \frac{1}{2}(14 + 4{,}8 + \log(0{,}063)) = 8{,}8$.
2.1	La force d'un acide est la tendance qu'a cet acide de céder un proton.
2.2	Equation bilan entre AH et l'eau : AH + $H_2O \rightleftarrows A^- + H_3O^+$.
2.3	pk_a du couple : pH = 2,9 $\Rightarrow [H_3O^+] = 1.3.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 8{,}0.10^{-12}$ mol/L L'électro neutralité donne $[A^-] \approx [H_3O^+] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L, car $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ La conservation de la matière donne [AH] C_A - $[H_3O^+] = 0{,}098$ mol/L $pk_a = \text{pH} - \log \frac{[A^-]}{[AH]} = 4{,}8$.
3.1	Mélange équimolaire d'un acide faible et sa base conjuguée.
3.2	Le pH varie peu : -lors d'une dilution modérée -lors de l'ajout modérée d'acide fort ou de base forte.
3.3	Volumes V_a et V_b : n (AH) = n (A^-) $\Rightarrow C_A.V_{AE} = C_B.V_B$ et $V_a + V_b = 50$ ml $\Rightarrow V_a = V_V = 25$ ml.

CORRIGE ENONCE REACTIONS ACIDO-BASIQUES 05

1.1	Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs sont mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
1.2	Schéma du dosage :

	
1.3	Par la méthode des tangentes parallèles V_{BE} = 10 ml ; la demi-équivalence est obtenue pour V_B = 5 ml alors pH = pk_a = 4,2 Ce qui correspond à l'acide benzoïque.
2.1	C'est le quotient de la quantité de matière du soluté par le volume de la solution.
2.2	Equation bilan du dosage : $C_6H_5COOH + OH^- \longrightarrow C_6H_5COO^- + H_2O$.
2.3	pH = 2,81 ⇒ $[H_3O^+] = 1{,}55.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = \frac{k_e}{[H_3O^+]} = 6{,}46.10^{-12}$ mol/L L'électro neutralité donne $[C_6H_5COO^-] \approx [H_3O^+] = 1{,}55.10^{-3}$ mol/L, car $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ $\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = 10^{pH-pk_a} \Rightarrow [C_6H_5COOH] = 0{,}038$ mol/L $d'où\ C_A = [C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-]$ = **0,040 mol/L** $C_A.V_A = C_B.V_{BE} \Rightarrow C_B$ **= 0,080 mol/L.**
3.1	Diluer une solution c'est diminuer sa concentration en ajoutant de l'eau.
3.2	Volume de soude versé à l'équivalence : $C_a'.V_a' = C_B.V_{BE}$ or $C_a' = \frac{C_a}{10}$ d'où V_{BE} = 1,0 ml.
3.3	L'équivalence est rapidement atteinte car la concentration de la solution d'acide est faible. $V_{BE}' = 10.V_{BE}$.

CHAPITRE 5 : CINETIQUE CHIMIQUE

L'étude de l'évolution temporelle des systèmes chimiques constitue la cinétique chimique.

I. EVOLUTION DES SYSTÈMES CHIMIQUES.

I.1 Systèmes stables et systèmes cinétiquement inertes.

• Un système est stable lorsqu'il n'évolue pas car aucune réaction naturelle ne peut s'y dérouler

Exemple : $CuSO_4 + MnSO_4 \longrightarrow$ Rien

• Un système est cinétiquement inerte lorsqu'il n'évolue pas, la réaction est très lente, voire infiniment lente.

Exemple : $4\ MnO_4^- + 2H_2O \longrightarrow 4MnO_2 + 3O_2 + 4OH^-$

I.2 Classification cinétique des réactions naturelles.

-Réaction instantanée : c'est une réaction très rapide.

Exemple : $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow$ Ag Cl ; $Cu^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2$

-Réaction lente : Si sa durée est de l'ordre de la seconde ou de la minute.

Exemple : Action de la lumière sur Ag Cl

-Réaction très lente : Si sa durée est de l'ordre de l'heure ou du jour.

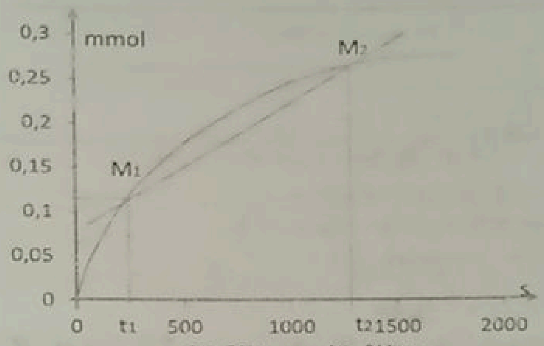
Exemple : Réaction d'estérification directe.

II.VITESSE DE REACTION.

II.1 Vitesse de formation des produits d'une réaction.

- **Vitesse moyenne de formation :**

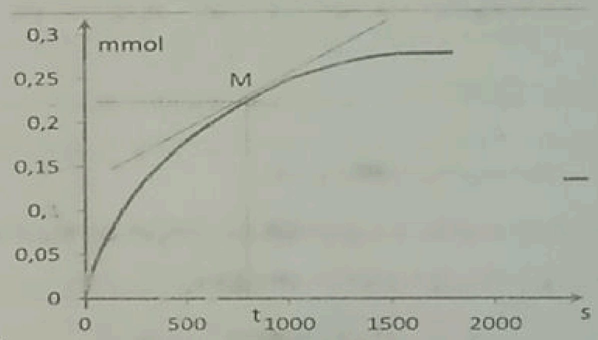
Considérons la réaction : $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H_3O^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 12H_2O$.



$$\bar{V}_f\,(Mn^{2+})\,(t_1, t_2) = \frac{n(Mn^{2+})(t_2) - n\,(Mn^{2+})(t_1)}{t_2 - t_1}$$

La vitesse s'exprime en mol/s ; mol/h ou mol/mn.

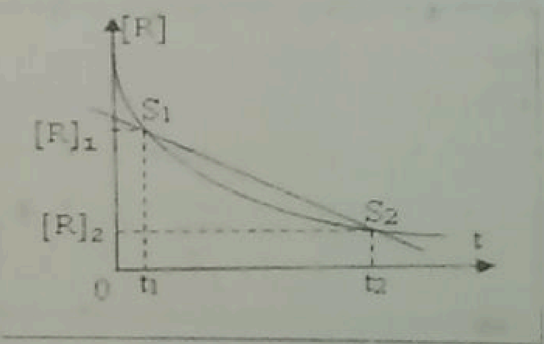
- **Vitesse instantanée de formation :** C'est le coefficient directeur de la tangente à la courbe n = f (t) au point d'abscisse t_1.



$$V_f\,(Mn^{2+})\,(t_1) = \left(\frac{dn}{dt}\right)_{t=t_1}$$

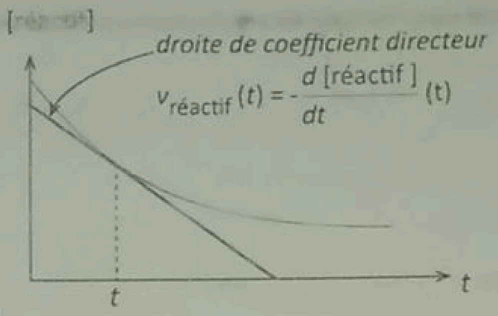
II.2 Vitesse de disparition.

- **Vitesse moyenne de disparition d'un réactif.**



$$V_d\,(MnO_4^-)\,(t_1, t_2) = -\,\frac{n(MnO_4^-)(t_2) - n\,(MnO_4^-)(t_1)}{t_2 - t_1}$$

- **Vitesse instantanée de disparition :** C'est l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe n = f (t) au point d'abscisse t_1.



$V_d\ (MnO_4^-)\ (t_1) = -(\frac{dn}{dt})_{t=t_1}$

II.3 Vitesse volumique : Pour une réaction se produisant dans un volume V.

V_f (D) = $(\frac{d[D]}{dt})_t$ (formation d'un produit D) ; V_d (A) = $-(\frac{d[A]}{dt})_t$ (disparition d'un réactif A).

II.4 Relation entre les vitesses : Soit la réaction : $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta D$.

On a : $-\frac{\Delta n(A)}{\alpha} = -\frac{\Delta n(B)}{\beta} = \frac{\Delta n(C)}{\gamma} = \frac{\Delta n(D)}{\delta}$ soit $-\frac{dn(A)}{\alpha dt} = -\frac{dn(B)}{\beta dt} = \frac{dn(C)}{\gamma dt} = \frac{dn(D)}{\delta dt}$

Par suite : $\frac{1}{\alpha}V_d(A) = \frac{1}{\beta}V_d(B) = \frac{1}{\gamma}V_f(C) = \frac{1}{\delta}V_f(D)$.

II.5 Temps de demi-réaction $t_{1/2}$: C'est la durée nécessaire au bout de laquelle la moitié du réactif limitant initialement présent a réagi.

III.FACTEURS CINETIQUES

Les facteurs cinétiques sont des paramètres sur lesquels on peut agir pour faire varier la vitesse de formation ou de disparition d'un corps.

Les principaux facteurs cinétiques sont : la température et la concentration.

IV.LA CATALYSE : Un catalyseur est un corps qui accélère une réaction chimique naturelle sans subir lui-même de modifications permanentes.

- **Catalyse hétérogène :** lorsqu'il n'appartient pas à la même phase que les réactifs.

Exemples : $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3$; $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Pt} H_2O$

- **Catalyseur homogène :** S'il appartient à la même phase que les réactifs.

$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$ réaction lente

$S_2O_8^{2-} + 2Fe^{2+} \longrightarrow 2SO_4^{2-} + 2Fe^{3+}$

$2Fe^{3+} + 2I^- \longrightarrow 2Fe^{2+} + I_2$

Equation bilan : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$ réaction rapide.

- **Autocatalyse :** Soit la réaction $2MnO_4^- + 6H_3O^+ + 5H_2C_2O_4 \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 14H_2O$

Cette réaction est catalysée par les ions Mn^{2+} (réaction catalysée par l'un de ses réactifs).

ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 01

On réalise l'étude cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque CH_3COOH et le propan-1-ol afin d'en dégager les caractéristiques.

1. À la date t = 0, on plonge dans un bain-marie des tubes à essais contenant un mélange de 0,60 g de propan-1-ol et 0,60 g d'acide éthanoïque.

À la date t = 2 minutes, on fait sortir un tube à essai et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 0{,}40$ mol/L. L'équivalence acido-basique a lieu lorsqu'on a versé un volume $V_{BE} = 21{,}7$ ml.

1.1 Définir la cinétique chimique.

1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.

1.3 Déterminer le rendement de la réaction à la date t = 2 minutes.

2. On répète l'opération réalisée à la date t = 2 minutes. Ce qui a permis de tracer la courbe d'évolution de la quantité de matière de l'ester en fonction du temps (n (ester).10^{-3} = f(t)).

2.1 Définir la vitesse de réaction.

2.2 Préciser le rôle joué par le bain-marie.

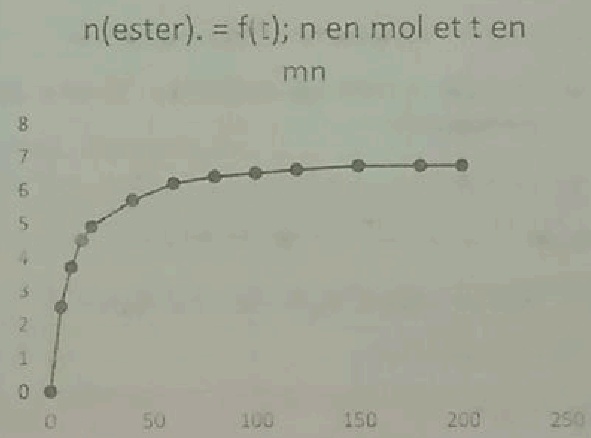
2.3 Déterminer la vitesse moyenne de formation de l'ester entre $t_1 = 10$ mn et $t_2 = 60$ mn.

3. On considère le mélange entre le propan-1-ol et l'acide éthanoïque lorsque la moitié du propan-1-ol initiale a été consommée.

3.1 Définir le temps de demi-réaction.

3.2 Déterminer la composition du mélange à la date t = 2 mn.

3.3 Déterminer le temps de demi-réaction.



ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 02

L'eau oxygénée H_2O_2 se décompose lentement à la température ambiante en présence d'un catalyseur suivant l'équation :

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$$

Un élève de terminale S se propose de réaliser l'étude cinétique de cette réaction en préparant des prélèvements identiques de volume V_p chacun puis il dose la quantité d'eau oxygénée restante par une solution de permanganate de potassium K Mn O_4, en milieu acide de concentration molaire C = 0,50 mol/L.

Soit V le volume de la solution de K Mn O_4 nécessaire pour obtenir l'équivalence. L'équation support du dosage s'écrit : $5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$.

1.1Définir la vitesse instantanée de disparition.

1.2 Préciser comment évolue la vitesse de disparition de l'eau oxygénée au cours du temps.

1.3 Déterminer la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée à t = 20 s.

2. Vitesse moyenne de disparition.

2.1 Définir la vitesse moyenne de disparition d'un réactif.

2.2 Préciser l'oxydant et le réducteur dans l'équation du dosage de l'eau oxygénée.

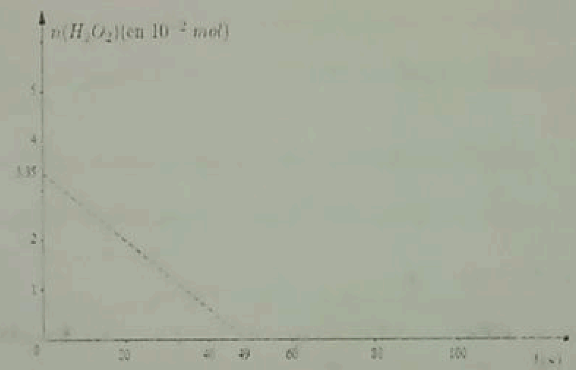
2.3 Déterminer la vitesse moyenne de disparition de l'eau oxygénée entre $t_1 = 0$ et $t_2 = 40$ s.

3. Volume de K Mn O_4 nécessaire.

3.1 Donner le principe d'un dosage.

3.2 Calculer la quantité de matière d'eau oxygénée restante à la date t = 20 s.

3.3 Déterminer le volume V de la solution de K Mn O_4 nécessaire pour le dosage à la date t = 20 s.



ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 03

On prépare au laboratoire les solutions suivantes :

-une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium de concentration molaire $C_0 = 0{,}017$ mol/L ;

-une solution aqueuse d'acide oxalique de concentration molaire $C_r = 0{,}060$ mol/L.

On étudie l'évolution en fonction du temps d'un mélange obtenu à partir de 50 ml de solution d'acide oxalique et de 50 ml de solution de dichromate de potassium.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H_3O^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2(g) + 15H_2O(l)$$

On maintient la température du milieu réactionnel à 10° C, on suit l'évolution temporelle de la concentration molaire en ions Cr^{3+} formés par titrages. Les résultats ont permis de tracer la courbe $[Cr^{3+}] = f(t)$.

1.1 Définir la vitesse instantanée de formation

1.2 Donner le rôle joué par la température.

1.3 Déterminer la vitesse instantanée de formation des ions Cr^{3+} à t = 50 s.

2. Limite d'évolution de la concentration en ions Cr^{3+}.

2.1 Donner la nature de la réaction de dosage ci-dessus (rapide ou lente).

2.2 Calculer les quantités de matière initiales d'ions $Cr_2O_7^{2-}$ et $H_2C_2O_4$. Conclure sur la stœchiométrie de la réaction.

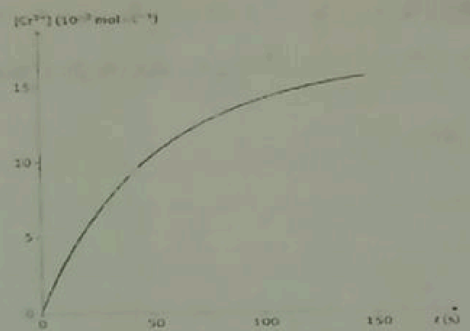
2.3 Calculer la valeur limite théorique vers laquelle tend la concentration molaire en ions chrome. Vérifier que cette valeur correspond à la valeur graphique.

3. temps de demi-réaction.

3.1 Définir le temps de demi-réaction.

3.2 Calculer la concentration molaire en ions Cr^{3+} à t = $t_{1/2}$.

3.3 Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.



ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 04

Un système chimique est en évolution lorsque les quantités de matière des réactifs diminuent et les quantités de matière des produits augmentent au cours du temps.

1. On introduit dans un bécher, à la date t = 0, à température constante n_1 = 1,45.10^{-2} mol d'acide méthanoïque (HCOOH) et n_2 = 9,0.10^{-3} mol d'éthanol (C_2H_5OH) puis quelques gouttes d'acide sulfurique concentré

1.1 Définir un catalyseur.

1.2 Préciser le rôle joué par l'acide sulfurique.

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'éthanol.

2. Le mélange ci-dessus est divisé en 10 volumes égaux, chaque prélèvement est versé dans un tube à essai effilé. Juste après l'instant t = 0, on plonge tous les tubes à essais dans un bain-marie à 80° C et on suit l'évolution du système par des dosages successifs de l'acide restant dans les tubes à essais sortis du bain-marie à différents instants, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_B = 0,010 mol/L.

2.1 Donner le rôle joué par le bain-marie.

2.2 Déterminer la composition du mélange sachant qu'à l'instant t_1 le volume de base versé à l'équivalence est $V_{BE} = 10$ ml.

2.3 Justifier que le système n'a pas atteint l'état d'équilibre.

3. Dans une seconde expérience, on mélange à la date t = 0, des quantités de matière égales d'acide, d'alcool, d'ester et d'eau.

Le graphe ci-dessous donne l'évolution au cours du temps des quantités de matière d'acide et d'ester.

3.1Définir un équilibre chimique.

3.2 Identifier les courbes C_1 et C_2.

3.3 Déterminer à partir du graphe la composition initiale et finale du mélange.

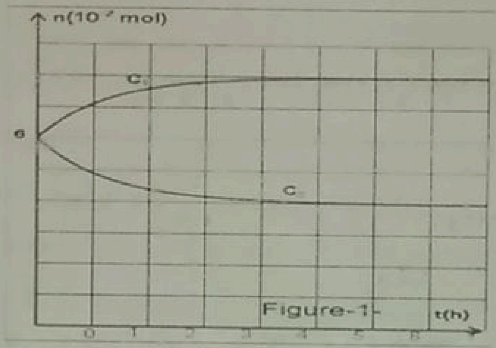


Figure-1-

ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 05

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction des ions iodures avec des ions fer III, modélisée par :

$$2I^- + 2Fe^{3+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + I_2$$

Pour cela, on introduit dans un bécher un volume $V_1 = 50$ ml d'une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration molaire $C_1 = 0{,}10$ mol/L et un volume $V_2 = 50$ ml d'une solution aqueuse de sulfate de fer III de concentration molaire $C_2 = 0{,}020$ mol/L.

1.1Définir la cinétique chimique.

1.2 Préciser l'oxydant et le réducteur de la réaction ci-dessus.

1.3 Démontrer que cette réaction n'est pas stœchiométrique. Préciser le réactif limitant.

2. Le mélange obtenu est équitablement réparti en 10 tubes à essais. À un instant t donné, on ajoute de l'eau glacée au contenu de l'un des tubes à essais et on dose le di-iode formé par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium de concentration molaire C = $1{,}0.10^{-1}$ mol/L. À l'équivalence décoloration complète du mélange après ajout de 10 ml de solution de thiosulfate de sodium. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}.$$

2.1 Donner le rôle joué par l'eau glacée.

2.2 Interpréter la décoloration du mélange à l'équivalence.

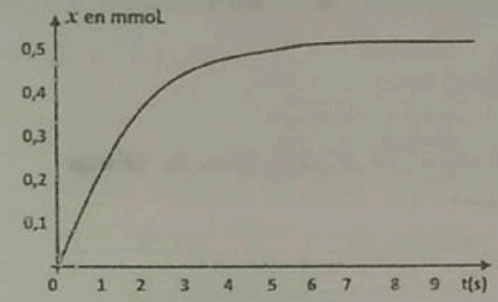
2.3 Déterminer la composition du mélange contenu dans chaque tube à essai à l'instant t.

3 La courbe ci-dessous traduit l'évolution de la formation du di-iode dans la réaction entre les ions iodures et les ions fer III au cours du temps.

3.1 Définir la vitesse de réaction.

3.2 Déterminer la vitesse de formation du di-iode à l'instant t = 3 s.

3.3 Déterminer la vitesse de disparition des ions fer III à t = 3 s.



CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 6 : CINETIQUE CHIMIQUE

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 01

1.1	La cinétique chimique est l'étude de l'évolution temporelle des systèmes chimiques.
1.2	Equation bilan de la réaction : $CH_3COOH + CH_3CH_2CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOC_3H_7 + H_2O$
1.3	Rendement de la réaction : $n_{ester} = \frac{m_a}{M} - C_B.V_{BE} = 1,3.10^{-3}$ mol ⇒ rd = $\frac{n_{est}}{n_{alc}}$; rd = 13 %
2.1	La vitesse de réaction est la dérivée par rapport au temps de la quantité de matière ou de la concentration molaire d'un réactif ou d'un produit.
2.2	Le bain-marie est un facteur cinétique qui augmente la vitesse de réaction.
2.3	Vitesse moyenne de formation de l'ester : $\bar{V}_f$(ester) = $\frac{(6-3,7).10^{-3}}{60-10} = 4,6.10^{-5}$ mol/mn.
3.1	C'est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant initialement présent a réagi.
3.2	Composition du mélange à t = 2 mn : $n_{alc} = \frac{n}{2} = 5,0.10^{-3}$ mol $= n_{acide}$; $n_{ester} = n_{alc} - C_B.V_{BE} = 3,7.10^{-3}$ mol $= n_{eau}$.
3.3	Temps de demi-réaction : Par lecture graphique $t_{1/2}$ est l'abscisse du point de la courbe dont l'ordonnée est n_{ester}, soit $t_{1/2} = 10$ mn.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 02

1.1	C'est l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe de disparition au point d'abscisse t.
1.2	La vitesse de disparition de l'eau oxygénée diminue au cours du temps car la quantité de matière diminue.
1.3	Vitesse de disparition de l'eau oxygénée à t = 20 s: $V_d(H_2O_2) = -\frac{dn}{dt} = -\frac{0-3,35.10^{-2}}{49-0}$; $V_d(H_2O_2) = 6,8.10^{-4}$ mol/s.
2.1	C'est la variation de la quantité de matière d'un réactif en fonction d'un intervalle de temps donné.
2.2	L'oxydant est MnO_4^- et le réducteur H_2O_2.

2.2	Vitesse moyenne de disparition : $\bar{V}_d(H_2O_2) = -\frac{0-0,020}{20-0} = 1,0.10^{-3}$ mol/s.
3.1	Doser une solution c'est déterminer sa concentration en réalisant une réaction rapide et totale.
3.2	Quantité de matière d'eau oxygénée à t = 20 s : Par lecture graphique n(H_2O_2) = 0,020 mol.
3.3	Volume V de KMnO_4 nécessaire : $\frac{C.V}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5}$; V = $\frac{2.n(H_2O_2)}{5.C}$; AN : V = 16 ml.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 03

1.1	C'est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $[Cr^{3+}]$ = f(t) au point d'abscisse t.
1.2	La température est un facteur cinétique qui augmente la vitesse de réaction.
1.3	Vitesse de formation des ions chrome à t = 50 s : $V_f(Cr^{3+}) = \frac{(10,3-4,3).10^{-3}}{50-0} = 1.2.10^{-4}$ mol/L/s.
2.1	C'est une réaction lente.
2.2	Quantités de matière initiales : $n_0 = C_0.V_0 = 8,5.10^{-4}$ mol ; $n_r = C_r.V_r = 3,0.10^{-3}$ mol et $\frac{n_r}{3} = 10^{-3}$ mol alors $n_0 < \frac{n_r}{3}$ La réaction n'est pas stœchiométrique, $Cr_2O_7^{2-}$ est le réactif limitant.
2.3	Valeur limite de $[Cr^{3+}]$: On a n(Cr^{3+}) = 2.n_0 alors $[Cr^{3+}] = \frac{2.n_0}{V_T}$ = 0,017 mol/L. Valeur conforme avec la valeur graphique lorsque t tend vers l'infini $[Cr^{3+}] = 17.10^{-3}$ mol/L.
3.1	Temps au bout duquel la moitié du réactif limitant à réagi.
3.2	Concentration à $t_{1/2}$: $\frac{n_0}{2} = 4,25.10^{-4}$ mol et n(Cr^{3+}) = 2.($\frac{n_0}{2}$) = $8,5.10^{-4}$ mol ⇒ $[Cr^{3+}]_{1/2} = \frac{n(Cr^{3+})}{V_T} = 8,5.10^{-3}$ mol/L.
3.3	Temps de demi-réaction : La lecture graphique donne l'abscisse de $[Cr^{3+}]_{1/2}$ donne $t_{1/2}$ = 37 s.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 04

1.1	Un catalyseur est un corps qui accélère une réaction chimique naturelle sans subir lui-même de modifications permanentes.
1.2	L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur.
1.3	Equation bilan : HCOOH + C_2H_5OH $\rightleftharpoons$ HCOOC_2H_5 + H_2O
2.1	Le bain-marie est un facteur cinétique qui augmente la vitesse de réaction.
2.2	Composition du mélange à l'instant t_1 : On a : n(HCOOH)$_{rest}$ = $C_B.V_{BE} = 1,0.10^{-4}$ mol ; n(C_2H_5OH) = 0 $n_{ester} = n_1 - C_B.V_{BE}$ = 0,014 mol = n_{eau}.
2.3	L'équilibre du système est atteint lorsque n(ester) = $\frac{2}{3}.n_2$; $\frac{2}{3}.n_2 = 6,0.10^{-3}$ mol par suite N(ester) ≠ $\frac{2}{3}.n_2$ l'équilibre n'est pas atteint.
3.1	Un équilibre chimique est le résultat de deux réactions chimiques simultanées dont les effets s'annulent mutuellement.
3.2	Courbe C_1 : n_{ester} = f(t) et courbe C_2 : n_{acide} = f(t).
3.3	Par lecture graphique : n(ester) = n(eau) = $8,0.10^{-2}$ mol ; n(acide)$_{initial}$ = n(alcool)$_{initial}$ = 0,060 mol et n(acide)$_{final}$ = 0,040 mol.

CORRIGE ENONCE CINETIQUE CHIMIQUE 05

1.1	Etude de l'évolution temporelle des systèmes chimiques.
1.2	L'oxydant est Fe^{3+}, le réducteur est I^-.
1.3	Stœchiométrie : $n_1 = C_1.V_1 = 5,0.10^{-3}$ mol ; $n_2 = C_2.V_2 = 1,0.10^{-3}$ mol $\frac{n_1}{2} = 2,5.10^{-3}$ mol ; $\frac{n_2}{2} = 5,0.10^{-4}$ mol alors $\frac{n_2}{2} < \frac{n_1}{2}$ la réaction n'est pas stœchiométrique, le réactif limitant est Fe^{3+}.
2.1	L'eau glacée permet de stopper la réaction.
2.2	La décoloration de la solution signifie que tout la di-iode ayant réagi a été transformé en ions iodures.
2.3	Composition du mélange : $n(I_2) = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2} = \frac{C.V}{2} = 5,0.10^{-4}$ mol ; $n(Fe^{2+}) = 2.n(I_2) = 1,0.10^{-3}$ mol ; $n(I^-)_{rest} = C_1.V_1 - 2.n(I_2) = 4,0.10^{-3}$ mol et $n(Fe^{3+}) = 0$.
3.1	C'est la dérivée par rapport au temps de la quantité de matière ou de la concentration molaire d'un réactif ou d'un produit.
3.2	Vitesse de formation du di-iode à t = 3 s : $V_f(I_2) = \frac{(0,3-0,067).10^{-3}}{1,5-0} = 1,6.10^{-4}$ mol/s.
3.3	Vitesse de disparition des ions fer III à t = 3 s : $V_d(Fe^{3+}) = 2.V_f(I_2)$; $V_d(Fe^{3+}) = 3,2.10^{-4}$ mol/s.

CHIMIE ORGANIQUE

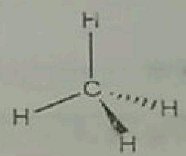
CHAPITRE 1 : STEREOCHIMIE- ALCOOLS- ALDEHYDES ET CETONES-OXYDATION DES ALCOOLS.

I.1 Convention de représentation en perspective.

Un carbone qui échange quatre liaisons covalentes simples est un carbone tétragonal.

Cas de la molécule de méthane : CH_4

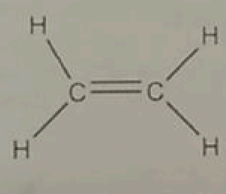
- trait plein : liaison dans le plan ;



- triangle plein : liaison en avant du plan ;
- triangle hachuré ou ligne discontinue : liaison en arrière du plan

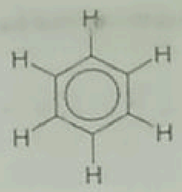
I.2 Strucrure de quelques molécules :

•Molécule d'éthylène : C_2H_4



molécule plane

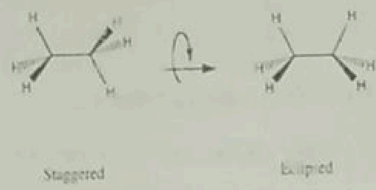
• **molécule de benzène : C_6H_6** Noyau aromatique = nuage électronique formant 6 électrons délocalisés.



I.3 Notion d'isomérie

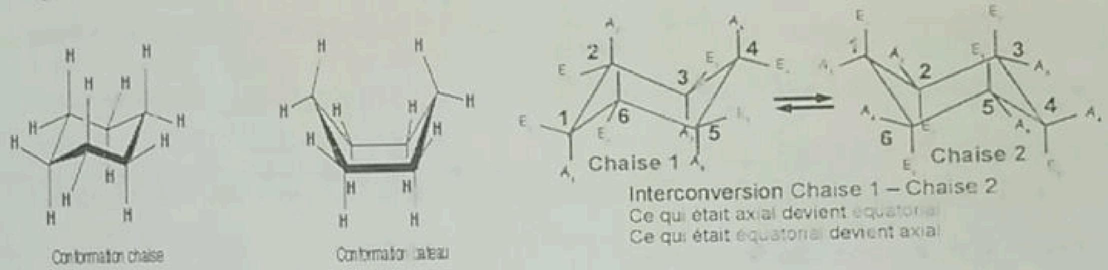
I.3.1 Isomérie de conformation : Les conformations sont les différentes structures spatiales que peut prendre une molécule par suite de rotations autour de la liaison simple carbone-carbone.

- Cas de l'éthane : C_2H_6



On passe de la conformation décalée à la conformation éclipsée. La conformation décalée est la plus stable car elle possède une énergie minimale.

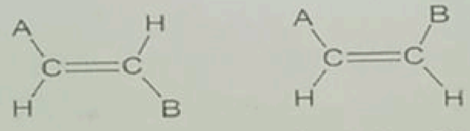
- Cas du cyclohexane : C_6H_{12} : Dans le cyclohexane les six atomes de carbone ne sont pas dans le même plan.



La conformation chaise est la plus stable.

I.3.2 Isomérie de configuration

- Isomérie Z/E : Elle nécessite la rupture d'une liaison π ; ce sont des stéréoisomères de configuration ou diastéréoisomères.

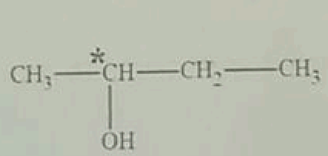


Isomère E Isomère Z

I.3.3 L'énantiomérie

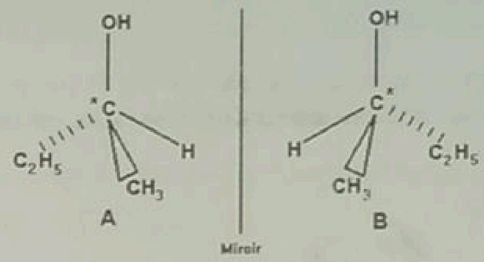
- **Carbone asymétrique :** noté C^*, est un carbone tétraédrique lié à quatre atomes ou groupe d'atomes différents.

Exemple :



• **Enantiomérie :** C'est la relation qui existe entre deux isomères de configuration, image l'un de l'autre dans un miroir plan et non superposables.

• **Chiralité : (kheir = main) :** Une molécule chirale est une molécule possédant un carbone asymétrique et non superposable à son image dans un miroir plan.



• **Activité optique :** Activité sur la lumière polarisée rectilignement.

-Un composé optiquement actif est formé de molécules chirales, inversement.

-Deux énantimères ont des pouvoirs rotatoires spécifiques égaux en valeur absolue mais de signes opposés ; l'un fait tourner le plan de polarisation dans le sens des aiguilles d'une montre : il est dit **dextrogyre (+),** l'autre dans le sens trigonométrique : il est dit **lévogyre (-).**

-Le pouvoir rotatoire est l'angle de rotation du plan de polarisation.

-Une solution composée d'un mélange équimolaire de deux énantiomères est dit **racémique ;** elle ne présente pas d'activité optique.

II.ALCOOLS ET POLYALCOOLS

Un alcool est un composé organique oxygéné caractérisé par la présence d'un groupe hydroxyle –OH lié à un carbone tétragonal.

II.1 Formule générale-groupe fonctionnel :

R-OH ou C_nH_{2n+1}-OH ; formule brute : C_nH_{2n+2}O et groupe fonctionnel –OH.

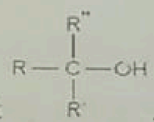
II.Nomenclature : alcane ⇒ alcan-ol

Exemples : H-CH_2-OH : méthanol ; CH_3-CH_2-CH_2-OH propan-1-ol ; CH_3-CH(OH)-CH_3 propan-2-ol

CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH 2-méthyl propan-1-ol

II.3 Les trois classes d'alcools

Si le carbone fonctinnel est lié à un (ou zéro), deux ou trois atomes de carbone, l'alcool correspondant est dit respectivement primaire, secondaire et tertiaire.

On a : R-CH_2-OH ou CH_3-OH ; R-CH(OH)-R' et 

.

II.4 Préparation des alcools

• **Hydratation d'un alcène :** $C_nH_{2n} + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} C_nH_{2n+2}$O

• **Alcène dissymétrique :** R-CH=CH_2 + H_2O $\longrightarrow$ R-CHOH-CH_3 et R-CH_2-CH_2-OH ; l'alcool majoritaire est celui de la classe la plus élevée.

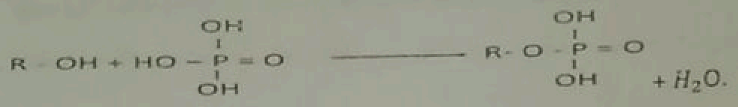
-Obtention par fermentation : $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH$

II.5 Réactions des alcools

•Déshydratation de l'éthanol : CH_3-CH_2-OH $\xrightarrow{\cancel{Al_2O_3}}$ $CH_2 = CH_2 + H_2O$ sous 350° C.

•Réaction avec le sodium : R-OH + Na $\longrightarrow$ R-O^- + Na^+ + $\frac{1}{2}H_2$ (R-O^- + Na^+ alcoolate de sodium).

II.6 Obtention des phosphates d'alkyle (Tle D).



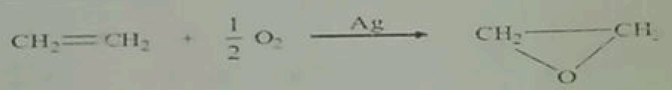
II.7 Exemples de polyalcools : Un polyalcool est un composé chimique organique comportant plusieurs groupes hydroxyles -OH. La formule générale d'un polyalcool satiré est $C_nH_{2n+2}O_n$.

-Le glycol ou éthylène glycol HO-CH_2-CH_2-OH éthan-1,2-diol. Il est utilisé comme antigel pour les circuits de refroidissement des moteurs et la fabrication de polyesters.

-Le glycérol ou glycérine HO-CH_2-CHOH-CH_2-OH propan-1,2,3-triol. On le retrouve généralement dans les corps gras (huille, graisse, …).

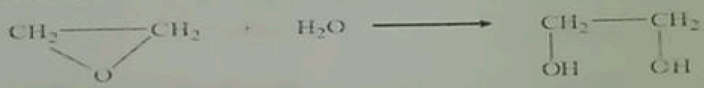
•Préparation du glycol :

__Première étape__ : Oxydation de l'éthylène



oxyde d'ethylene

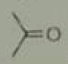
__Deuxième étape__ : Hydrolyse de l'oxyde d'éthylène



glycol

III.ALDEHYDES ET CETONES-OXYDATION DES ALCOOLS

1.Les composés carbonylés : aldéhydes et cétones

1.1.Groupe caractéristique : Les aldéhydes et les cétones (dérivés carbonylés) comportent un groupement carbonyle  lié à des substituants carbonés ou des hydrogènes.

• Formule générale des aldéhydes : R-CHO ; formule brute commune : $C_nH_{2n}O$.

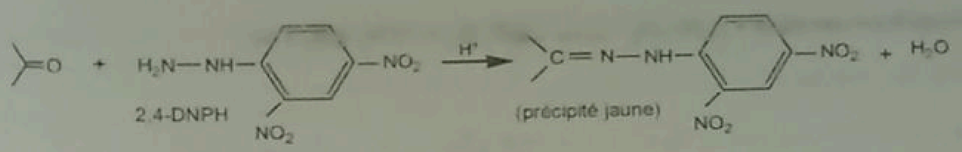
• Formule générale des cétones : R-CO-R'.

1.2.Nomenclature : alcane ⇒ alcan-al et alcane ⇒ alcan-one

Exemples : $CH_3 - CH_2 - CHO$ propanal ; H-CHO méthanal ; CH_3-CO-CH_3 propan-2-one

$CH_3 - CH(CH_3) - CHO$ 2 méthyl propanal ; CH_3-CO-CH(CH_3)- CH_3 3-méthyl butan2-one.

1.3.Réaction caractéristique commune : test à la D.N.P.H : Les aldéhydes et les cétones réagissent avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine pour donner un précipité jaune orangé : la 2,4-dinitrophénylhydrazone.



1.4 Caractère réducteur des aldéhydes

• **Test au réactif de Schiff :** Les aldéhydes réagissent avec le Schiff (glacé). Le réactif vire au rose fuchsia.

• Réduction de la liqueur de Fehling : Ce test permet de distinguer les aldéhydes des cétones.

La solution de Fehling est un complexe basique d'ions cuivriques (bleu roi) et d'ions tartrate.

$$\text{R-CHO} + 3OH^- \longrightarrow \text{R-}COO^- + 2H_2O + 2e^-$$

$$2Cu_{tar}^{2+} + 2OH^- + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

Bilan de la réaction : $2Cu_{tar}^{2+}$ + R-CHO + $5OH^- \longrightarrow$ Cu_2O + R-COO^- + 3 H_2O (Cu_2O est le précipité rouge brique).

1.5 Réduction du nitrate d'argent ammoniacal : réactif de Tollens.

$Ag(NH_3)_2^+ + e^- \longrightarrow Ag + 2NH_3$; le complexe diamine argent (I) est réduit en miroir d'argent.

Bilan de la réaction : **2 $Ag(NH_3)_2^+$ + R-CHO + $3OH^- \longrightarrow$ 2Ag + R-COO^- + $4NH_3$ + $2H_2O$.**

2.Oxydation des alcools : oxydation ménagée : C'est une réaction au cours de laquelle la chaine carbonée du composé organique est conservée.

L'oxydation en solution utilise comme oxydant le permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) ou le dichromate de potassium ($2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) en milieu acide sulfurique concentré (H_2SO_4).

-Alcools primaires : Si l'oxydant est en défaut, on obtient principalement un aldéhyde. Si l'oxydant est en excès, on obtient un acide carboxylique.

-Alcools secondaires : l oxydation ménagée d'un alcool secondaire conduit à une cétone.

-Alcools tertiaires : Il n'y a pas de réaction.

Demi-équations électroniques des oxydants : couple $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ (orangé/vert)

$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H_3O^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 21H_2O$ ou $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$

Couple MnO_4^-/Mn^{2+} (violet/incolore)

$\boldsymbol{MnO_4^- + 8\,H_3O^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}\ 12H_2O}$ **ou** $\boldsymbol{MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}\ 12H_2O}$.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 01

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 g/mol ; couple : MnO_4^-/Mn^{2+}.

La présence de la fonction hydoxyle entraine, pour les alcools, un ensemble de propriétés physico-chimiques particulières.

Cet énoncé a pour objectif de déterminer les formules brutes, représenter les énantiomères et écrire l'équation-bilan d'oxydo-réduction.

1.On réalise l'hydratation d'une masse $m_A = 8{,}4$ g d'un alcène A en présence d'un acide fort. Le produit B obtenu est un alcool B de masse $m_B = 11{,}1$ g.

1.1 Donner le groupe fonctionnel des alcènes.

1.2 Ecrire l'équation-bilan d'hydratation de A en B en utilisant la formule générale brute des alcènes.

1.3 Déterminer les formules brutes de A et de B.

2. L'alcène A présente une stéréoisomérie Z/E. Le composé B obtenu est une molécule chirale.

2.1 Définir la stéréoisomérie.

2.2 Ecrire les deux isomères (Z) et (E) de l'alcène A, donner leurs noms.

2.3 Représenter les deux énantiomères du composé B.

3. L'oxydation ménagée d'un isomère de B de fromule CH_3-CHOH-C_2H_5 par une solution acidifiée de permanganate de potassium donne un produit C qui précipite en jaune la 2,4-dinitrophénylhydrazine mais qui est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

3.1 Définir une oxydation ménagée.

3.2 Ecrire la formule semi-développée de C et son nom.

3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydo-réduction qui fait passer B en C.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 02

Données : M(Cu) = 64 ; M(0) = 16 ; M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 g/mol ; couple : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$.

Au laboratoire du lycée, on veut s'assurer du contenu de 3 flacons repépés par les lettres a, b et c.

On sait que chaque flacon contient un seul alcool parmi le propan-1-ol, le 2-méthylbutan-2-ol et le propan-2-ol. On ajoute au contenu de chaque flacon quelques gouttes d'une solution de dichromate de potassium acidifiée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Numéro de flacon	(a)	(b)	(c)
Résultat	Solution orange	Solution verte	Solution verte

1.1Définir un alcool.

1.2 Ecrire la formule semi-développée de chacun des alcools en précisant leur classe.

1.3 Déterminer la nature et le nom de l'alcool contenu dans le flacon (a). Justifier.

2. Afin de pousuivre l'identification du contenu des flacons, on chauffe légèrement les solutions vertes issues des flacons (b) et (c). On fait arriver les vapeurs de substances organiques qui se dégagent dans une solution de réactif 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 la structure fonctionnel des composés carbonylés.

2.2 Identifier chaque alcool au flacon qui le contient.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide avec l'alcool du flacon (b).

3. On s'intéresse à la réaction test du produit organique venant du flacon (c) avec la liqueur de Fehling. La masse du précipité rouge brique obtenue est m = 3,6 g.

3.1 Donner la couleur de l'ion Cu_{tar}^{2+} (liqueur de Fehling).

3.2 Compléter l'équation-bilan suivante :

$$2Cu_{tar}^{2+} + ... CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO + ...OH^- \longrightarrow Cu_2O + ... H_2O + ...$$

3.3 Déterminer la masse du propan-1-ol ayant subi l'oxydation ménagée par le dichromate de potassium.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 03

Donnée : couple MnO_4^-/Mn^{2+}.

Les alcools sont des produits ou des intermédiaires de synthèse. Leurs applications sont très nombreuses dans des domaines variées : industriel, agricole, medical et domestique.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, trois liquides incolores sont proposés aux élèves de terminale S : A, B et C. Trois flacons portant les noms des trois alcools leurs sont donnés : butan-2-ol ; 2-méthylpropan-1-ol ; 2-méthylpropan-2-ol. Chacune de ces formules semi-développées peut-être celle de l'alcool A ou de l'alcool B ou de l'alcool C.

Les élèves réalisent les tests suivants pour pouvoir les identifier.

1.Premier test : Ils procèdent à une oxydation ménagée à l'aide du permanganate de potassium en milieu acide ; seul B et C réagissent avec les ions MnO_4^-.

1.1 Donner la relation qui existe entre les trois alcools.

1.2 Identifier le nom et la classe de l'alcool A. Justifier.

1.3 Ecrire la formule semi-développée de l'alcool A.

2. Second test : Ils extrait les composés organiques formés B' et C', provenant de loxydation ménagée de B et C ; B' et C' réagissent avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine. Seul B' réagit avec la liqueur de Fehling.

2.1 Définir une oxydation ménagée.

2.2 Donner la nature des composés B' et C'.

2.3 Ecrire les formules semi-développées de B et C.

3. Identification des comosés B' et C'.

3.1 Donner la structure fonctionnel des composés carbonylés.

3.2 Compléter l'équation-bilan suivantes :

$$.................... +.... Cu_{tar}^{2+} + ... OH^- \longrightarrow .... CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}COO^- + ...Cu_2O + ...$$

3.3 Ecrire l'équation-bilan d'oxydation de C en C' par les ions MnO_4^-.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 04

Les parfums peuvent contenir différentes fonctions chimiques : la cétone, qui est un composé organique faisant partie des composés carbonylés et utilisé comme colorant odorant.

Pour les besoins de sa parfumerie, un parfumeur se propose de synthétiser un composé carbonylé.

1.Il dispose d'un hydrocarbure A de formule C_xH_y, qui contient en masse 85,7 % de carbone de masse molaire M = 56 g/mol.

1.1 Définir un hydrocarbure.

1.2 Montrer que l'hydrocarbure A, a pour formule brute C_4H_8.

1.3 Ecrire les formules semi-développées possibles de A et les nommer.

2. L'hydratation de A en présence d'acide sulfurique conduit à la formation d'un produit B. La molécule de B possède un carbone asymétrique.

2.1 Définir un carbone asymétrique.

2.2 Déterminer les formules semi-développées de B et A. Les nommer.

2.3 Représenter les deux énantiomères de la molécule de B.

3. L'oxydation ménagée de B par une solution acidifiée de permanganate de potassium conduit à un corps C qui précipite en jaune la 2,4-dinitrophénylhydrazine mais qui est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

3.1 Définir une oxydation ménagée.

3.2 Donner la formule semi-développée de C et son nom.

3.3 Ecrire l'équation-bilan d'oxydation par les ions MnO_4^- de B en C.

ENONCE ALC-ALD ET CETONES 05

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14 g/mol ; couple : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$;
Masse molaire de 2,4-dinitrophényhydrazone = 266 g/mol.

L'analyse élémentaire d'un composé A de formule $C_xH_yO_z$, optiquement actif révèle en masse 68,18 % de carbone, 18,18 % d'oxygène et d'hydrogène. La masse molaire du composé A est M = 88 g/mol.

Le but de cet énoncé est de déterminer la masse du composé A.

1.1Définir un composé optiquement actif.

1.2 Montrer que A a pour formule $C_5H_{12}O$. Préciser la formule semi-développée du composé A sachant que sa molécule possède un groupe isopropyl. Nommer-le.

1.3 Représenter les deux énantiomères du composé A.

2. On réalise l'oxydation ménagée de l'énantiomère isomère de A de formule CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_3 par une solution acidifiée de dichromate de potassium. Le composé B obtenu donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophényhydrazine mais ne réagi pas avec la liqueur de Fehling.

2.1 Donner la formule du groupe caractéristique des composés carbonylés.

2.2 Ecrire la formule semi-développée de B et son nom.

2.3 Ecrire l'équation-bilan d'oxydation de CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_3 en 3 par le dichromate de potassium.

3. La réaction test du composé B avec la D.N.P.H a produit une masse m = 3,2 g de 2,4-dinitrophényhydrazone.

3.1 Donner la formule générale des cétones.

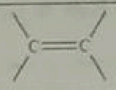
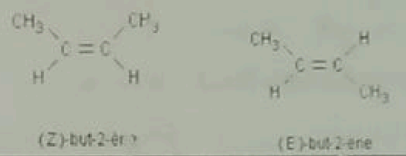
3.2 Compléter l'équation-bilan suivante :

………… + H_2N-NH-C_6H_3-$(NO_2)_2$ $\longrightarrow$ CH_3-C(C_3H_7)=N-NH-C_6H_3-$(NO_2)_2$ + ……………

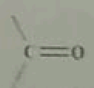
3.3 Déterminer la masse du composé A.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : ALCOOLS-ALDEHYDES ET CETONES

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 01

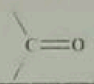
1.1	Groupe fonctionnel des alcènes : 
1.2	Equation-bilan : $C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+2}O$.
1.3	Formules brutes de A et B : $n(A) = n(B) \Rightarrow \frac{m_A}{M_A} = \frac{m_B}{M_B}$; $\frac{m_A}{14n} = \frac{m_B}{14n+18}$ alors n = 4, d'où A : C_4H_8 et B : $C_4H_{10}O$.
2.1	C'est la disposition relative des atomes d'une molécule dans l'espace.
2.2	Les isomères de A : 
2.3	Enantiomères de B : 
3.1	Réaction au cours de laquelle la chaîne carbonée du composé organique est conservée.
3.2	Formule et nom de C : CH_3-CO-C_2H_5 butan-2-one.
3.3	Equation-bilan : $5CH_3$-CHOH-C_2H_5 + $2MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 5CH_3$-CO-$C_2H_5$ + $2Mn^{2+}$ + $8H_2O$.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 02

1.1	Composé organique oxygéné possédant un groupe caractéristique hydroxyle –OH porté pa[r] un carbone tétragonal.
1.2	Formules semi-développées : CH_3-CH_2-CH_2OH propan-1-ol(alcool primaire) ; CH_3-CHOH-CH_3 propan-2-ol(alcool secondaire) ; CH_3-C(CH_3)OH-C_2H_5 2-méthylbutan-2-ol(alcool tertiaire).
1.3	Les alcools tertiaires ne s'oxydent pas : (a) est le 2-méthylbutan-2-ol.
2.1	Structure des composés carbonylés : 
2.2	Flacon (b) : propan-2-ol ; falcon (c) : propan-1-ol.
2.3	Equation-bilan : $3CH_3$-CHOH-CH_3 + $Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3CH_3$-CO-$CH_3$ + $2Cr^{3+} + 7H_2O$

3.1	L'ion Cu_{tar}^{2+} est bleu roi.
3.2	Complétons l'équation-bilan : $2Cu_{tar}^{2+} + CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO + 5OH^- \longrightarrow Cu_2O + CH_3\text{-}CH_2\text{-}COO^- + 3H_2O$.
3.3	Masse du propan-1-ol : $n(Cu_2O) = \frac{m}{M} = 0{,}025$ mol $= n(CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO) = n(b)$; d'où $m(b) = M(b)Xn(b) = 1{,}5$ g.

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 03

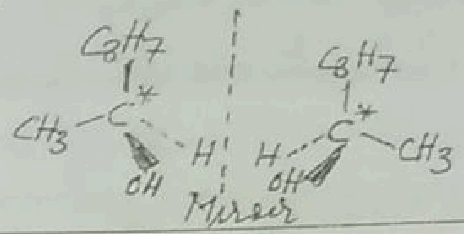
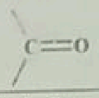
1.1	Les trois alcools sont liés par une isomérie de constitution.
1.2	L'alcool A est tertiaire ; les alcools tertiaires ne s'oxydent pas. A : 2-méthylpropan-2-ol.
1.3	A : $CH_3\text{-}C(CH_3)OH\text{-}CH_3$
2.1	Réaction au cours de laquelle la chaîne carbonée du composé organique est conservée.
2.2	B' est un aldéhyde ; C' est une cétone.
2.3	B : $CH_3CH(CH_3)\text{-}CH_2OH$; C : $CH_3\text{-}CHOH\text{-}C_2H_5$.
3.1	Structure des composés carbonylés : 
3.2	Complétons l'équation-bilan : $8Cu_{tar}^{2+} + 2CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2OH + 18OH^- \longrightarrow 4Cu_2O + 2CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}COO^- + 12H_2O$
3.3	Equation-bilan : $2MnO_4^- + 5CH_3\text{-}CHOH\text{-}C_2H_5 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5CH_3\text{-}CO\text{-}C_2H_5 + 8H_2O$

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 04

1.1	Composé moléculaire formé uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène.
1.2	Formule de A : %H = 100 - % C = 14,3 ; $\frac{12x}{85{,}7} = \frac{y}{14{,}3} = \frac{56}{100}$ alors x = 4 et y = 8, d'où C_4H_8.
1.3	Formules possibles de A : $CH_2 = CH\text{-}C_2H_5$ (but-1-ène); $CH_3\text{-}CH = CH\text{-}CH_3$ (but-2-ène); $CH_2 = C(CH_3)\text{-}CH_3$(2-méthylprop-1-ène).
2.1	C'est un carbone tétragonal lié à 4 atomes ou groupe d'atomes différents.
2.2	Formules de B et A : B : $CH_3\text{-}CHOH\text{-}C_2H_5$(butan-2-ol) et A : $CH_3\text{-}CH = CH\text{-}CH_3$ (but-2-ène).
2.3	Enantiomères de B : 
3.1	Réaction au cours de laquelle la chaîne carbonée du compoosé organique est conservée.
3.2	Formule de C : $CH_3\text{-}CO\text{-}C_2H_5$ butan-2-one
3.3	Equation-bilan : $2MnO_4^- + 5CH_3\text{-}CHOH\text{-}C_2H_5 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 5CH_3\text{-}CO\text{-}C_2H_5 + 8H_2O$

CORRIGE ENONCE ALC-ALD ET CETONES 05

1.1	C'est un composé possédant un carbone asymétrique.
1.2	Formule de A :

	$\%H = 13,64$; $\frac{12x}{68,18} = \frac{}{13,64} = \frac{167}{18,18} = \frac{88}{100}$, $x = 5$ et $y = 12$ d'où A : $C_5H_{12}O$ soit CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_3 3-méthylbutan-2-ol.
1.3	Enantiomères de A : 
2.1	Structure du composé carbonylé : 
2.2	Formule de B : CH_3-CO-CH(CH_3)-CH_3 3-méthylbutan 2-one.
2.3	Equation-bilan : $Cr_2O_7^{2-}$ $3C_5H_{12}O + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3CH_3$-CO-CH($CH_3$)-$CH_3$ $+ 7H_2O$
3.1	Formule générale des cétones : 
3.2	Complétons l'équation-bilan : CH_3-CO-CH(CH_3)-CH_3 + H_2N-NH-C_6H_3-(NO_2)$_2$ $\longrightarrow$ C_3H_7-C(CH_3) = N-NH-C_6H_3-(NO_2)$_2$ + H_2O
3.3	Masse du composé A : On a : n(p) = $\frac{m}{M} = \frac{3,2}{266} = 1,2.10^{-2}$ mol = n(B) = n(A), d'où m(A) = M(A)Xn(A) = 1,1 g.

CHAPITRE 2: LES AMINES. ACIDFS CARBOXYLIQUES ET DERIVES

I.LES AMINES

I.1 Définition et formule générale : La formule d'une amine aliphatique s'obtient à partir de la formule de l'ammoniac NH_3, en remplaçant un, deux ou trois atomes d'hydrogène par des groupes alkyles ou aryles.

La formule générale d'une amine est : C_nH_{2n+3}N.

I.2 Nomenclature et les trois classes d'amines :

-Amine primaire : R-NH_2. Exemples : CH_3-NH_2(méthanamine) ; CH_3-CH_2-NH_2(éthanamine) ; CH_3-CH(NH_2)-CH_3(propan-2-amine) ; C_6H_5-NH_2(aniline ou benzamine ou phénylamine).

-Amine secondaire : R-NH-R'. Exemples : CH_3-NH-CH_3(N-méthylméthanamine) ; CH_3-NH-CH_2-CH_3(N-méthyle éthanamine) ; $(CH_3)_3$(triméthylamine ; C_6H_5-N(CH_3)C_2H_5(N-éthyl N-méthylphénylamine).

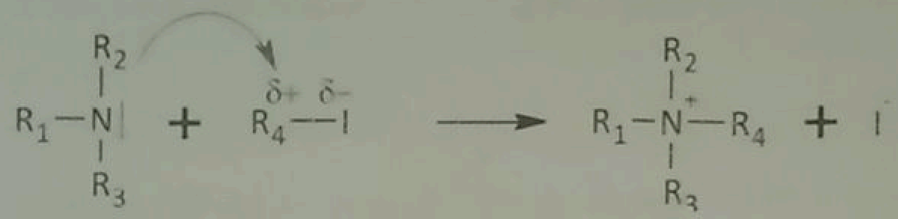
I.3 **Propriétés chimiques :**

- **Caractère basique :** Toutes las amines sont des bases faibles ; ils réagissent partiellement avec l'eau.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

- **Caractère nucléophile :** La présence du doublet non liant sur l'atome d'azote confère aux amines un caractère nucléophile ; ils peuvent réagir sur les dérivés halogénés(iodoalcane) selon les réactions de Hoffmann.

RI + $R'-NH_2$ ⟶ R'-NH-R + HI ; R'-NH-R + RI ⟶ R-N(R)-R' + HI



La réaction d'une amine primaire sur un dérivé halogéné conduit à un mélange complexe contenant, entre autres, des molécules d'amines secondaires et tertiaires et l'ion ammonium quaternaire.

II.ACIDES CARBOXYLIQUES ET LEURS DERIVES

1.Généralités

1.1 Définition : Les acides carboxyliques sont des composés organiques renfermant dans leur molécule le groupe caractéristique -COOH appelé groupe **carboxyle.**

Formule générale : **R-COOH (-R** est un groupe alkyle ou aryle) ; formule générale brute : $C_nH_{2n}O_2$

1.2 Nomenclature : Le nom d'un acide carboxylique s'obtient en remplaçant le ≪ e ≫ final du nom de l'alcane correspondant par ≪oique ≫.

Exemples : CH_3-COOH : acide éthanoïque ; HCOOH : acide méthanoïque(ou formique) . CH_3-CH(CH_3)-COOH acide 2-méthyl propanoique ; HOOC-COOH : acide oxalique ou éthandioique ; C_6H_5-COOH : acide benzoique.

I.3 Propriétés chimiques

- Les acides carboxylique s'ionisent partiellement dans l'eau : R-COOH + H_2O ⇄ R-COO^- + H_3O^+ .

- Les solutions aqueuses d'acides carboxyliques peuvent être dosées par des solutions aqueuses basiques telles que Na OH, KOH et Ca$(OH)_2$.

R-COOH + OH^- ⟶ R-COO^- + H_2O.

2.Fonctions dérivés des acides carboxyliques

2.1 Les chlorures d'acyles

2.1.1 Préparation : De formule générale R-CO-Cl. Ils sont obtenus par réaction de substitution du groupe hydroxyle d'un acide carboxylique par un atome de chlore.

On utilise un agent chlorurant puissant tel que le $\boldsymbol{PCl_5}$(pentachlorure de phosphore) et le SOCl_2(chlorure de thionyle).

R-COOH + PCl_5 ⟶ R-CO-Cl + POCl_3 + H Cl (POCl_3 : oxychlorure de phosphore).

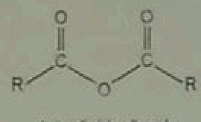
R-COOH + SOCl_2 ⟶ R-CO-Cl + SO_2 + H Cl.

Exemples de nomenclature : Un cholrure d'acyle dérive de l'acide correspondant en remplaçant le mot acide par ≪chlorure de≫ et oique par ≪oyle≫ : H-COCl chlorure de méthanoyle ; CH_3-COCl chlorure d'éthanoyle ; CH_3-CH(CH_3)-COCl chlorure de 2-méthylpropanoyle.

2.1.2 Propriétés chimiques : Les chlorures d'acyle sont très réactifs.

R-COCl + H_2O ⟶ R-COOH + HCl, réaction rapide, totale et exothermique.

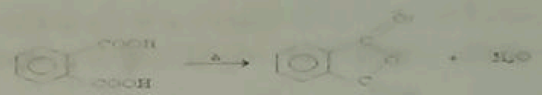
2.2 Anhydrides d'acide : Un anhydride d'acide résulte de l'élimination d'une molécule d'eau entre deux molécules d'acides en présence d'un déshydratant énergique P_4O_{10} (décaoxyde de tétraphosphore).

La formule générale des anhydrides d'acide est  Anhydride d'acide Gropue fonctionnel : -CO-O-CO-.

2.2.1 Nomenclature : CH_3-CO-O-CO-CH_3 anhydride éthanoïque ; H-CO-O-CO-H anhydride méthanoïque.

2.2.2 Préparation : - Par déshydratation intermoléculaire

2R-COOH $\xrightarrow{P_4O_{10}}$ R-CO-O-CO-R + H_2O



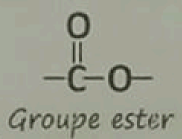
- Par déshydratation intramoléculaire : on obtient l'anhydride phtalique.
- Obtention d'un anhydride mixte : R-COCl + R'-COO^-Na^+ $\longrightarrow$ R-CO-O-CO-R' + Na^+ + Cl^-. Exemple : CH_3-CO-O-CO-C_2H_5 anhydride éthanoïque et propanoique.

2.2.3Propriétés chimiques : hydrolyse des anhydriques

R-CO-O-CO-R + H_2O $\longrightarrow$ 2R-COOH réaction lente.

2.3Les esters :

2.3.1 Formule générale et nomenclature :  Ester ; formule générale brute : $C_nH_{2n}O_2$;

groupe fonctionnel : 

Exemples : H-COOCH_3 méthanoate de méthyle ; CH_3-COOCH_3 ethanoate de méthyle ; CH_3-CH(CH_3)-COOC_2H_5 2-méthyl propanoate d'éthyle.

2.3.2 Estérification- hydrolyse : L'estérification est la réaction entre un acide et un alcool produisant un ester en présence d'un catalyseur (l'acide sulfurique)

R-COOH + R'-OH $\rightleftharpoons$ R-COO-R' + H_2O : réaction lente, limitée et athermique.

2.3.3 Estérification par un dérivé d'acide :

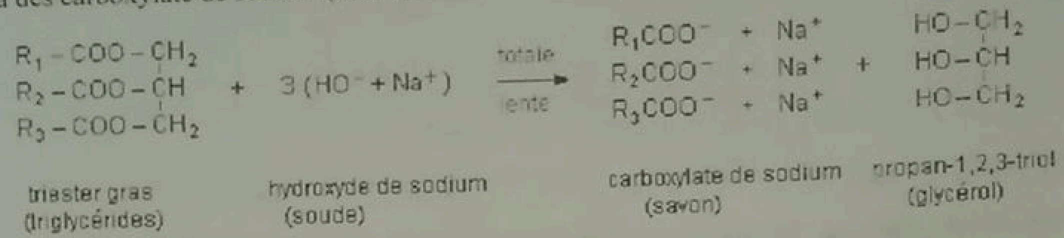
-Par un chlorure d'acyle : R-COCl + R'-OH $\longrightarrow$ R-COOR' + HCl ; réaction rapide, totale et exothermique.

-Par un anhydride d'acide . R-CO-O-CO-R + R'-OH $\longrightarrow$ R-COOR' + R-COOH à 50° C. Réaction totale.

2.3.4 Saponification des esters : Réeaction entre un ester et les ions hydroxyle.

R-COOR' + OH^- $\longrightarrow$ R-COO^- + R'-OH réaction lente et totale.

Application : La saponification des triesters(corps gras) par le Na OH ou KOH conduit au glycérol et à des carboxylate de sodium (savon).



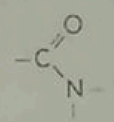
2.4 Les amides

2.4.1 Formule générale et nomenclature : On obtient un amide en remplaçant le groupe –OH de l'acide carboxylique par l'un des groupes suivants : -NH_2, R-NH, R-N-R_1.

-Amide non substitué : R-CONH_2 ; CH_3-CONH_2 éthanamide ; C_6H_5-CONH_2 benzamide.

-Amide monosubstitué : R-CO-NH-R_1 ; CH_3-CO-NH-C_6H_5 N-phényléthanamide.

-Amide disubstitué : R-CO-N(R_1)-R_2 ; CH_3-CO-N(CH_3)-C_2H_5 N-éthyl N-méthyléthanamide.

Le groupe caractéristique fonctionnel des amides est 

2.4.2 Préparation des amides :

-déshydratation d'un carboxylate d'ammonium :

R-COOH + $NH_3 \rightleftharpoons$ R-$COO^-NH_4^+ \xrightarrow{\Delta}$ R-CONH_2 + H_2O.

-Utilisation d'un chlorure d'acyle :

R-COCl + $NH_3 \longrightarrow$ HCl + R-CONH_2

-Chlorure d'acyle sur les amines :

R-COCl + R'-$NH_2 \longrightarrow$ R-CO-NH-R' + H^+ + Cl^- (avec une amine primaire).

R-COCl + R_1-NH-$R \longrightarrow$ R-CO-N(R_1)-R_2 + H^+ + Cl^- (avec une amine secondaire).

ENONCE : AMINES-ACIDES CARBO ET DERIVES 01

Données : Masse volumique de A : ρ_A = 1,2 g/ml ; M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 g/mol.

Le méthanoate d'éthyle est un ester à odeur de rhum, très peu soluble dans l'eau.

Le but de cet énoncé est de synthétiser cet ester par différentes méthodes.

1.Dans un ballon, on mélange 20 ml d'un acide carboxylique A et un volume d'un alcool B. On ajoute à ce mélange, environ 1 ml d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce puis on réalise un mélange à reflux. On récupère 25,4 g d'ester.

1.1 Donner les formules semi-développées de l'acide carboxylique A et de l'alcool B qui ont permis la synthèse de cet ester.

1.2 Donner le rôle de l'acide sulfurique et celui de grains de pierre ponce.

1.3 Déterminer le rendement de la réaction sachant qu'elle est équimolaire.

2. On traite l'acide carboxylique A avec le chlorure de thionyle ($SOCl_2$), il se forme un composé organique C. Le composé C réagit avec la di-éthylamine $(C_2H_5)_2$NH pour donner un autre composé organique D.

2.1 Donner les fonctions chimiques des composés C et D.

2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction conduisant au composé D.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de C sur B. Préciser ses caractéristiques.

3. Deux molécules d'acide carboxylique A sont déshydratées en présence du déca-oxyde de tétra-phosphore (P_4O_{10}) pour donner un composé E. On fait réagir le composé E sur B.

3.1 Donner le nom et la fonction du composé E.

3.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de E sur B. Préciser ses caractéristiques.

3.3 Comparer les réactions suivantes A sur B avec C sur B et E sur B.

ENONCE : AMINES-ACIDES CARBO ET DERIVES 02

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 g/mol.

Afin de déterminer la formule semi-développée d'un monoacide carboxylique aliphatique saturé A et ses dérivés, on prélève 0,37 g de cet acide et on le dissout dans de l'eau distillée pour obtenir 1,0 L de solution S. On prélève un volume V_A = 20 ml de solution S que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire $C_B = 8{,}0.10^{-3}$ mol/L. L'équivalence acido-basique a lieu lorsqu'on a versé 12,5 ml de solution d'hydroxyde de sodium.

1.1 Définir un acide carboxylique.

1.2 Montrer que la masse molaire de l'acide carboxylique A est M(A) = 74 g/mol.

1.3 Déterminer la formule semi-développée de l'acide carboxylique A.

2. On fait réagir sur l'acide carboxylique A le chlorure de thionyle ($SOCl_2$), il se forme entre autres, un composé organique B. Le composé organique B réagit sur le méthanol pour donner un composé organique C.

2.1 Nommer la réaction qui a lieu entre B et le méthanol.

2.2 Donner la formule semi-développée de B.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et le méthanol. Préciser le nom du composé C.

3. On fait réagir sur B de l'ammoniac NH_3 en excès, il se forme un composé D de formule C_2H_5-$CONH_2$.

3.1 Donner la fonction chimique du composé D.

3.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

3.3 Décrire une autre méthode d'obtention du composé D.

ENONCE : AMINES-ACIDE CARBO ET DERIVES 03

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 g/mol.

Le but de cet énoncé est de débusquer les acides carboxyliques et leurs dérivés et d'écrire les équations-bilans de préparation.

1. On dispose d'un anhydride d'acide A de formule générale C_nH_{2n+1}-CO-O-CO-C_nH_{2n+1} ayant un pourcentage en masse en oxygène de 47,05 %. L'hydrolyse de A produit un composé organique B. On fait agir sur B le pentachlorure de phosphore (PCl_5), on obtient entre autres, un composé organique C de formule CH_3-COCl.

1.1 Définir un dérivé d'acide carboxylique.

1.2 Montrer que n = 1 dans la formule générale de l'anhydride A.

1.3 Ecrire les équations-bilans des réactions permettant d'obtenir B et C.

2. On fait agir sur B du benzamine (C_6H_5-NH_2) par chauffage prolongé, on obtient un composé organique D.

2.1 Définir un amide.

2.2 Donner la formule semi-développée et le nom du composé intermédiaire chauffé conduisant au composé D.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et le benzamine. Préciser le nom de D.

3. On fait agir sur l'éthanoate d'isopropyle, un excès d'hydroxyde de sodium à chaud.

3.1 Nommer cette réaction.

3.2 Donner le nom des produits formés.

3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Préciser ses caractéristiques.

ENONCE : AMINES-ACIDES CARBO ET DERIVES 04

Données : Masse molaire du triester = 302 g/mol ; M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 g/mol.

Les trois parties suivantes sont indépendantes.

Pour vérifier l'acquisition des connaissances, un enseignant propose à ses élèves de terminale S, de déterminer les formules semi-développées, écrire les équations-bilans des réactions conduisant à la synthèse d'un amide, d'un triester et d'un savon.

1. Synthèse d'un amide : On fait réagir un acide carboxylique A de formule générale C_nH_{2n+1}-COOH avec l'éthanamine C_2H_5-NH_2 ; il se forme dans un premier temps un composé ionique humide A' qui, séché, donne un solide blanc moléculaire B de masse molaire M_B = 73 g/mol.

1.1 Donner la formule du groupe fonctionnel des amides.

1.2 Ecrire les équations-bilans des deux étapes de formation du composé B en utilisant la formule générale de A.

1.3 Déterminer les formules semi-développées de A, A' et B. Préciser leurs noms

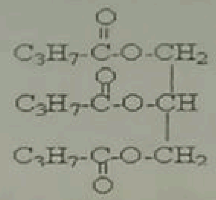
2. Synthèse d'un triester du glycérol : Le triester à synthétisé est présent dans le beurre à 95 % en masse de beurre. On souhaite synthétisé 2,5 kg de triester par action du glycérol (propan-1,2,3-triol) sur un acide gras de formule générale C_nH_{2n+1}-$(CH_2)_3$-COOH.

2.1 Définir Un triester.

2.2 Montrer que la formule semi-développée de l'acide gras est C_3H_7-COOH.

2.3 Déterminer la masse minimale d'acide gras utilisée.

3. Synthèse d'un savon : On fait réagir à chaud, une solution d'hydroxyde de potassium ($K^+ + OH^-$) en excès sur 604 g de butyrine de formule :



Le rendement de la réaction est de 85 %.

3.1 Donner le nom et les caractéristiques de cette réaction.

3.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse du savon. Nommer le savon obtenu.

3.3 Déterminer la masse de savon synthétisé.

ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 05

Les esters ont souvent une odeur agréable. On les trouve naturellement dans les fruits dont ils sont souvent responsables de l'arôme.

On se propose d'étudier les caractéristiques de la synthèse du butanoate de butyle.

1.On dispose d'un alcool A de formule brute C_4H_{10}O. L'alcool A peut donner un corps B, par oxydation ménagé, pouvant rosir le réactif de Schiff et donner une réaction de précipitation avec la di-nitrophényl hydrazine.

1.1 Définir un aldéhyde.

1.2 Donner le nom et la formule semi-développée de l'alcool A sachant que sa chaîne carbonée est linéaire.

1.3 Ecrire la formule semi-développée de B et son nom.

2. Par oxydation ménagée, le composé B peut donner un composé C. On fait réagir le composé C avec le chlorure de thionyle $SOCl_2$) pour donner un composé D de formule CH_3-(CH_2)$_2$-COCl.

2.1 Définir une oxydation ménagée.

2.2 Donner le nom et la formule du composé C.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction permettant d'obtenir le composé D.

3. Deux molécules du corps C, en présence d'un déshydratant puissant tel que P_4O_{10} peuvent donner un corps E. On peut obtenir un ester soit par action de D sur A, soit par action de E sur A.

3.1 Donner la formule générale des esters.

3.2 Donner la formule semi-développée et le nom du composé E.

3.3 Ecrire les équations-bilans des réactions de D sur A et de E sur A. Comparer les deux réactions.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 2 : AMINES-ACIDES CARBOXYLIQUES ET DERIVES.

CORRIGE ENONCE AMINES-ACIDES CARBO ET DERIVES 01

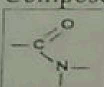
1.1	Formules de A et B : A : H-COOH ; B : C_2H_5OH.
1.2	L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur ; la pierre ponce régule l'ébullition et permet

	d'éviter la perte de matière.
1.3	Rendement de la réaction : Rd = $\frac{n_e}{n_a}$; $n_e = \frac{m_e}{M_e}$ = 0,34 mol ; $n_a = \frac{\rho_A.V_A}{M_A}$ = 0,52 mol alors rd = 65 %
2.1	Le composé C, est un chlorure d'acyle, D est un amide.
2.2	Equation-bilan : H-COCl + $(C_2H_5)_2$NH ⟶ H-CON $(C_2H_5)_2$ + HCl
2.3	Equation-bilan de C sur B : H-COCl + C_2H_5OH ⟶ H-COOC_2H_5 + HCl. Réaction totale, rapide et exothemique.
3.1	Le composé E est un anhydride, anhydride méthanoïque.
3.2	Equation-bilan de E sur B : H-CO-O-CO-H + C_2H_5OH ⟶ H-COOC_2H_5 + H-COOH. Réaction totale.
3.3	Les trois réactions conduisent au même ester ; la première réaction est une estérification directe (réaction lente et limitée), les deux dernières sont des estérifications par un dérivé d'acide (réaction totale).

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 02

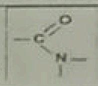
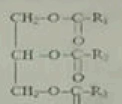
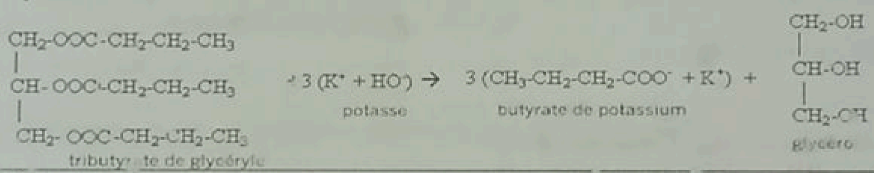
1.1	Composé organique moléculaire comprenant un groupement carboxyle –COOH.
1.2	Masse molaire de A : À l'équivalence : $C_A = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A}$; $\frac{m}{M} = C_A$.V ; M(A) = $\frac{m_A.V_A}{C_B.V_{BE}.V}$ = 74 g/mol.
1.3	Formule semi-développée de A : Soit la formule C_nH_{2n+1}-COOH ; 14n + 46 = 74 alors n = 2 soit A : C_2H_5-COOH.
2.1	Estérification par un dérivé d'acide.
2.2	Formule de B : C_2H_5-COCl.
2.3	Equation entre B et le méthanol : C_2H_5-COCl + CH_3-OH ⟶ C_2H_5-COOCH_3 + HCl, propanoate de méthyle.
3.1	Le composé D est un amide.
3.2	Equation-bilan de la réaction : C_2H_5-COCl + NH_3 ⟶ C_2H_5-CONH_2 + HCl
3.3	Autres équations de réaction d'obtention de D : C_2H_5-COOH + NH_3 ⟶ C_2H_5-CONH_2 + H_2O. Ou C_2H_5-CO-O-CO-C_2H_5 + NH_3 ⟶ C_2H_5-CONH_2 + C_2H_5-COOH

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 03

1.1	Composé organique provenant d'un acide carboxylique dont le groupe –OH est remplacé par un groupe Z tel que R-CO-Z.
1.2	Montrons que n = 1 : $\frac{M}{100} = \frac{28n+74}{100} = \frac{16X3}{47,05} \Rightarrow$ n = 1.
1.3	Equations-bilans d'obtention de B et C : CH_3-CO-O-CO-CH_3 + H_2O ⟶ 2CH_3-COOH CH_3-COOH + PCl_5 ⟶ CH_3COCl + POCl_3 + HCl
2.1	Composé organique dérivant d'un acide carboxylique possédant le groupe fonctionnel 
2.2	Formule du composé intermédiaire : CH_3-COO^- C_6H_5-NH_3^+ éthanoate de phénylammonium.
2.3	Equation-bilan : CH_3-COOH + C_6H_5-NH_2 ⟶ CH_3-CONH-C_6H_5 + H_2O ; D est le N-phényl éthanamine.
3.1	Il s'agit de la saponification.

3.2	On obtient le propan-2-ol et l'ion éthanoate.
3.3	Equation-bilan : CH_3-COOCH(CH_3)-CH_3 + $OH^- \longrightarrow CH_3\text{-}COO^-$ + CH_3-CHOH-CH_3. Réaction lente et totale.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 04

1.1	Formule du groupe fonctionnel des amides : 
1.2	Equations-bilans : C_nH_{2n+1}-COOH + $C_2H_5\text{-}NH_2 \longrightarrow C_nH_{2n+1}\text{-}COO^-C_2H_5\text{-}NH_3^+$ $C_nH_{2n+1}\text{-}COO^-C_2H_5\text{-}NH_3^+ \rightleftarrows C_nH_{2n+1}$-CO-NH-$C_2H_5$.
1.3	Formules semi-développées de A, A' et B : 14n + 73 = 73 alors n = 0. B : H-CO-NH-C_2H_5 ; A' : H-$COO^-C_2H_5\text{-}NH_3^+$; A : H-COCH A : N-éthyl méthanamide ; A' : méthanoate d'éthylammonium ; A : acide méthanoïque.
2.1	Tout composé organique possédant trois fonction ester.
2.2	Formule de l'acide gras : Selon la formule du triester  on a : 42n + 302 = 302 soit n = 0 alors C_3H_7-COOH.
2.3	Masse minimale d'acide gras : $\frac{n_A}{3} = n_T$; $\frac{m_A}{3.M_A} = \frac{m_T}{M_T}$ soit $m_A = 2{,}9$ kg.
3.1	Réaction de saponification, lente et totale
3.2	Equation-bilan : 
3.3	Masse de savon : Rd = $\frac{n_s}{n_{att}}$ or $n_{att} = 3.n_T$ soit $\frac{n_S}{rd} = 3.\frac{m_T}{M_T}$ soit $m_S = \frac{3.m_T.M_S.rd}{M_T}$; AN : $m_S = 4{,}4.10^2$ g.

CORRIGE ENONCE ACIDES CARBO ET DERIVES 05

1.1	Composé organique moléculaire comprenant le groupement carboxyle – COOH.
1.2	Formule de l'alcool A : A : CH_3-$(CH_2)_2$-CH_2OH butan-1-ol
1.3	Formule de B : Butanal CH_3-$(CH_2)_2$-CHO.
2.1	Réaction chimique au cours de laquelle la chaîne carbonée du composé organique est conservée.
2.2	Nom et formule de C : Acide butanoique CH_3-$(CH_2)_2$-COOH
2.3	Equation-bilan de formation de D : CH_3-$(CH_2)_2$-COOH + $SOCl_2 \longrightarrow CH_3$-$(CH_2)_2$-COCl + SO_2 + HCl
3.1	Formule générale des esters : R-COO-R'
3.2	Formule de E : CH_3-$(CH_2)_2$-CO-O-CO-$(CH_2)_2$-CH_3
3.3	Equations-bilans :

$\longrightarrow$

CH_3-$(CH_2)_2$-COCl + CH_3-$(CH_2)_2$-CH_2OH CH_3-$(CH_2)_2$-COOCH_2-$(CH_2)_2$-CH_3 + H_2O.
CH_3-$(CH_2)_2$-CO-O-CO-$(CH_2)_2$-CH_3 + CH_3-$(CH_2)_2$-CH_2OH $\longrightarrow$ CH_3-$(CH_2)_2$-COOCH_2-$(CH_2)_2$-CH_3 + CH_3-$(CH_2)_2$-COOH
Les deux réactions conduisent au même ester butanoate de butyle ; il s'agit d'une estérification par un dérivé d'acide.

CHAPITRE 03 : DES ACIDES α-AMINES AUX PROTEINES.

1.LES ACIDES α-AMINES

1.1 Définition : un acide α-aminé est un composé difonctionnel dans lequel les deux groupements carboxyle –COOH et amine -NH_2 sont portés par le même carbone (en position 2 ou en α).

Leur formule générale est R-CH (NH_2)-COOH, avec R = C_nH_{2n+1}-

1.2Nomenclature : Le nom d'un acide α-aminé s'obtient en faisant précéder du terme amino-2, le nom de l'acide correspondant.

Exemples : Nomenclature usuelle et systématique.

CH_3-CH(NH_2)-COOH Alanine : acide amino-2 propanoïque

H-CH(CH_2)-COOH Glycine : acide amino-2 éthanoïque

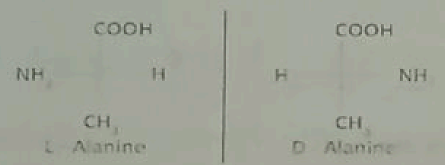
C_2H_5-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COOH Isoleucine : acide amino-2-3-méthyl pentanoïque

1.3Chiralité-configuration D et L : Toutes les molécules d'acides α-aminés, à l'exception de la glycine, sont chirales ; car elles possèdent un carbone asymétrique et donc une activité optique.

Représentation de Fisher : L'énantiomère est de :

- Configuration D (dexter), si le groupe - NH_2 figure à droite dans la représentation de Fisher ;
- Configuration L (laevus), si le groupe NH_2 figure à gauche dans la représentation de Fisher.

Exemple :



NB : Tous les acides α-aminés naturels, c'est-à-dire synthétisés par les organismes vivants supérieurs, sont de configuration L.

1.4Propriétés acido-basiques

• **Existence d'un ion dipolaire :** Le Zwitterion ou Amphion est un ion dipolaire électriquement neutre obtenu par transfert intermoléculaire d'un proton H^+ du groupe carboxyle – COOH vers le groupe amino - NH_2.

$$\text{R-CH}(NH_2)\text{-COOH} \rightleftarrows \text{R-CH}(NH_3^+)\text{-}COO^-$$

À l'état pur, les acides α-aminés existent sous forme amphion.

• **En solution aqueuse :**

-Comme une base susceptible de capter un proton :

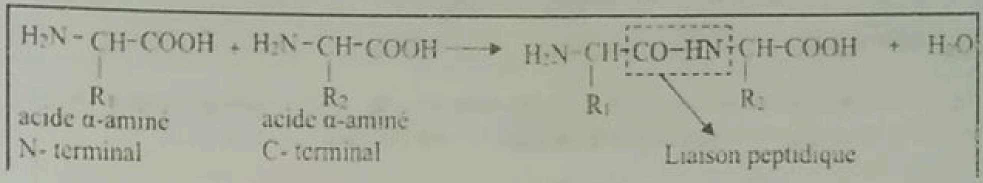
$$R\text{-}CH\ (NH_3^+)\text{-}COO^- + H_3O^+ \rightleftarrows R\text{-}CH\ (NH_3^+)\text{-}COOH + H_2O$$

-Comme un acide susceptible de céder un proton :

R-CH (NH_3^+)-COO^- + H_2O $\rightleftharpoons$ R-CH (NH_2)-COO^- + H_3O^+

2.Condensation entre molécules d'acides α-aminés.

2.1 Liaison peptidique : C'est la liaison qui se forme par élimination d'une molécule d'eau entre le groupe amine d'une molécule d'acide α-aminé et le groupe carboxyle d'une autre molécule d'acide α-aminé.



La molécule obtenue est un dipeptide.

2.2 Peptides et protéines : Les peptides sont des polypeptides de masse molaire inférieure à 5000 g/mol alors que les protéines sont des polypeptides de masse molaire supérieure à 5000 g/mol.

2.3 Réaction entre deux acides α-aminés.

Lorsqu'on effectue un mélange équimolaire de deux acides α-aminés tels que la glycine (Gly) et l'alanine (Ala), on obtient quatre dipeptides différents : Gly-Gly, Gly-Ala, Ala-Ala et Ala-Gly.

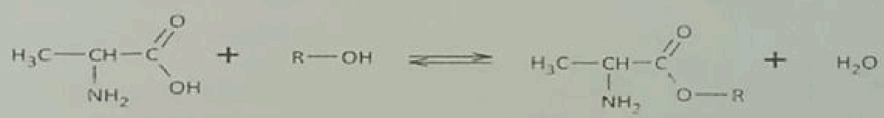
2.4 Synthèse sélective d'un dipeptide : Pour obtenir un seul dipeptide, il faut :

-Bloquer ou désactiver les groupes qui ne participent pas à la réaction ;

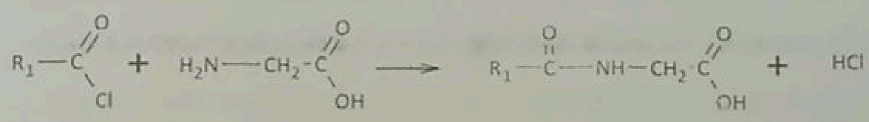
-Activer l'un des groupes qui participent à la réaction.

Exemple de synthèse sélective :

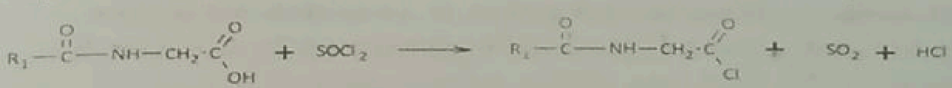
Etape 1 : Blocage du groupe –COOH en le transformant en ester



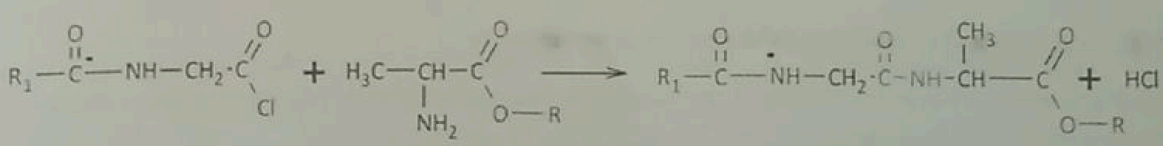
Etape 2 : Blocage du groupe -NH_2 en le transformant en amide



Etape 3 : Activation du groupe –COOH en le transformant en chlorure d'acyle



Etape 4 : Formation de la liaison peptidique :



2.5 Aspect stéréochimique de la synthèse peptidique.

Au cours de la synthèse peptidique, la configuration des atomes de carbone en alpha, asymétriques, se conserve.

Soit un mélange racémique conduisant au dipeptide Ala-Val : CH_3-CH(NH_2)-CO-NH-CH[-CH(CH_3)$_2$]-COOH. On obtient un mélange de quatre stéréo-isomères : Ala(D)-Val(D) ; Ala(D)-Val(L) ; Ala(L)-Val(L) ; Ala(L)-Val(D).

ENONCE ACIDES α-AMINES 01

On dit parfois que lorsqu'on attend un enfant, il faut manger pour deux. Le développement du fœtus ainsi que celui de différents organes nécessitent un apport supplémentaire en protéines. Celles-ci doivent être équilibrées en acides α-aminés essentiels.

1.La leucine est un acide α-aminé essentiel, sa formule semi-développée est CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(NH_2)-COOH.

1.1 Identifier les groupements fonctionnels dans la molécule de la leucine.

1.2 Expliquer pourquoi cette molécule est chirale.

1.3 Donner la représentation de Fisher de la configuration L- leucine.

2. Dans l'organisme humain, les protéines apportées par les aliments sont décomposées par hydrolyse dans l'appareil digestif. Sous le contrôle du programme génétique, les acides α-aminés sont assemblés en d'autres protéines.

2.1 Identifier la liaison peptidique dans le dipeptide suivant : OH-CH_2-CH(NH_2)-CO-NH-CH(CH_2-HS)-COOH.

2.2Justifier que ce dipeptide est chiral. Donner le nombre de carbone asymétrique qu'il possède.

2.3 Ecrire les formules semi-développées des deux acides α-aminés qui forment le dipeptide.

3. À l'état pur, la sérine existe sous sa forme dipolaire : OH-CH_2-CH(NH_3^+)-COO^-.

3.1 Donner le nom de cet ion dipolaire.

3.2 Expliquer à partir d'une équation, le processus de formation de cet ion dipolaire.

3.3 Ecrire les équations-bilans de réaction de cet ion dipolaire en milieu acide et en milieu basique.

ENONCE ACIDES α-AMINES 02

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14 g/mol.

Les acides α-aminés jouent un rôle biochimique très important : ils constituent en effet les entités de base des peptides et des protéines.

1.Un dipeptide est obtenu par condensation entre une molécule de glycine (H-CH(NH_2)-COOH) et d'une molécule d'un autre acide α-aminé A de formule générale R-CH(NH_2)-COOH. La molécule de A possède un carbone asymétrique. Le dipeptide obtenu a pour masse molaire M = 146 g/mol.

1.1 Définir un dipeptide.

1.2 Déterminer la formule semi-développée du dipeptide.

1.3 Représenter les deux énantiomères de l'acide α-aminé A selon Fisher. Préciser son nom dans la nomenclature systématique.

2. On désire synthétiser uniquement le dipeptide D_A dans lequel l'acide aminé A est l'acide α-aminé N-terminal.

2.1 Donner les conditions d'obtention d'un seul dipeptide.

2.2 Décrire les 4 étapes de la synthèse d'un seul dipeptide.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre la glycine et le méthanol. Préciser l'étape dont il s'agit.

3. On remplace la glycine par la valine de formule semi-développée CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COOH. On désire synthétiser le dipeptide Val-Ala par condensation entre la valine et l'alanine de formule semi-développée CH_3-CH(NH_2)-COOH

3.1Donner le nom de la valine en nomenclature systématique.

3.2 Donner le nombre d'atomes de carbones asymétriques que possède le dipeptide.

3.3 Ecrire la formule semi-développée du dipeptide Val-Ala .

ENONCE ACIDES α-AMINES 03

Fatigué par le cours d'éducation physique et sportive, un élève de terminale S reprend des forces en buvant une boisson énergétique riche en protéines, donc potentiellement en acides α-aminés, spécialement conçue pour l'effort. Cette boisson contient notamment de la thréonine et de l'alanine.

La thréonine (Thr) a pour formule semi-développée CH_3-CHOH-CH(NH_2)-COOH.

1.1Définir un acide α-aminé.

1.2 Identifier les groupes fonctionnels dans la molécule de thréonine.

1.3 Justifier que la thréonine appartient à la famille des acides α-aminés.

2. L'alanine (Ala) a pour formule semi-développée CH_3-CH(NH_2)-COOH.

2.1 Définir un carbone asymétrique.

2.2 Justifier que l'alanine admet deux énantiomères.

2.3 Représenter l'énantiomère L-alanine selon Fisher.

3. Au cours de la digestion de cette boisson, il se produit une réaction de condensation entre la thréonine et l'alanine conduisant à la formation des dipeptides.

3.1 Donner le nom du groupe caractéristique de la liaison peptidique.

3.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de condensation entre la thréonine et l'alanine conduisant à la formation du dipeptide Thr-Ala.

3.3 Trouver le nombre de dipeptides possibles que l'on peut obtenir à partir d'un mélange équimolaire de thréonine et d'alanine. Les identifier par les abréviations Thr et Ala.

ENONCE ACIDES α-AMINES 04

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14 g/mol.

L'un des objectifs de la chimie est la détermination des formules brutes et semi-développées des composés organiques par des procédés chimiques appropriées.

1 On se propose de déterminer la formule semi-développée d'un acide α-aminé A, de formule générale R-CH(NH_2)-COOH. Pour cela, on effectue une décarboxylation (élimination d'une molécule de CO_2), il se forme, entre autres, un composé organique B. B présente des propriétés basiques.

1.1 Définir une base au sens de Brönsted.

1.2 Justifier la fonction chimique de B.

1.3 Compléter l'équation-bilan suivante : R-CH(NH_2)-COOH $\longrightarrow$ .... + CO_2.

2. On dissout une masse m = 0,131 g du composé B dans une petite quantité d'eau distillée. La solution obtenue est neutralisée par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_A = 0,15 mol/L. L'équivalence acido-basique a lieu lorsqu'on a versé un volume V_A = 12 ml de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique.

2.1 Définir l'équivalence acido-basique.

2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre B et les ions hydronium.

2.3 Déterminer la formule semi-développée de B.

3. L'acide α-aminé A est la valine, son radical alkyle est ramifié.

3.1 Donner la formule semi-développé de l'acide α-aminé A.

3.2 Justifier que la molécule de A est chirale. Donner son nom dans la nomenclature systématique.

3.3 Représenter l'énantiomère L de la valine selon Fisher.

ENONCE ACIDES α-AMINES 05

Pour vérifier ses acquis, un élève de terminale S se propose la synthèse sélective du dipeptide glycine-alanine (Gly-Ala). Les formules semi-développées des deux acides α-aminés sont respectivement HCH(NH_2)-COOH et CH_3-CH(NH_2)-COOH.

1.Dans un premier temps, l'élève bloque le groupe carboxyle –COOH de l'alanine. En effet, il fait réagir l'alanine avec l'éthanol C_2H_5OH.

1.1 Donner les conditions nécessaires pour une synthèse sélective d'un dipeptide.

1.2 Préciser la fonction en laquelle l'alanine est transformé.

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2. Dans un second temps, l'élève bloque le groupe amine -NH_2 de la glycine en le faisant réagir avec le chlorure d'éthanoyle (CH_3-COCl).

2.1 Donner le nom de la glycine dans la nomenclature systématique.

2.2 Préciser le nom du groupement fonctionnel caractéristique du produit formé. En quoi ressemble-t-il ?

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

3. En fin, l'élève procède à l'activation du groupe carboxyle de la glycine en le faisant réagir avec le chlorure de thionyle. Il se forme entre autres, le composé CH_3-CO-NH-CH_2-COCl. Il obtient alors la liaison peptidique en faisant réagir ce dernier avec le composé CH_3-CH(NH_2)COOC_2H_5.

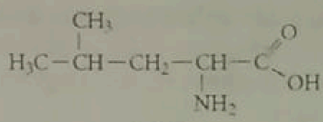
3.1 Définir la liaison peptidique.

3.2 Identifier des deux acides α-aminés, celui qui présente les propriétés optiques ? Justifier.

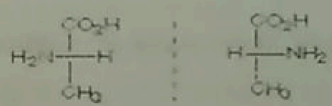
3.3 Ecrire l'équation-bilan conduisant à la formation de la liaison peptidique.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE 3 : LES ACIDES α-AMINES

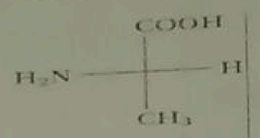
CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 01

1.1	Groupements fonctionnels -NH_2 et –COOH.
1.2	Le carbone en α numéro 2 est asymétrique et fixé à 4 atomes ou groupes d'atomes différents : -COOH ≠ H ≠ -NH_2 ≠ -CH_2-CH(CH_3)-CH_3.
1.3	Configuration L-leucine :  Leucine
2.1	Liaison peptidique : -CO-NH
2.2	Le dipeptide comporte deux carbones asymétriques : OH-CH_2-C^*H(NH_2)-CO-NH-C^*H(CH_2-HS)-COOH
2.3	Formules des deux acides α-aminés : OH-CH_2-CH(NH_2)-COOH et HS-CH_2-CH(NH_2)-COOH
3.1	Ion dipolaire : amphion ou zwitterion.
3.2	L'ion dipolaire se forme par un transfert intramoléculaire entre le groupe carboxyle et le groupe amine.
3.3	En milieu acide : OH-CH_2-CH(NH_3^+)-COO^- + $H_2O \rightleftharpoons$ OH-CH_2-CH(NH_2)-COO^- + H_3O^+ En milieu basique : OH-CH_2-CH(NH_3^+)-COO^- + $H_3O^+ \rightleftharpoons$ OH-CH_2-CH(NH_3^+)-COOH + H_2O

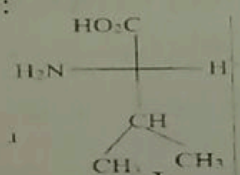
CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 02

1.1	Molécule obtenue par condensation (élimination d'une molécule d'eau) entre deux acides α-aminés liés par une liaison peptidique.
1.2	Formule semi-développée du dipeptide : Soit le dipeptide H-CH(NH_2)-CO-NH-CH(R)-COOH ; avec R = C_nH_{2n+1} 14n + 132 = 146 alors n = 1 d'où H-CH(NH_2)-CO-NH-CH(CH_3)-COOH.
1.3	Représentation de Fisher de A . alanine :  L-alanine D-alanine
2.1	Conditions d'obtention d'un seul dipeptide : -Bloquer ou désactiver les groupes qui ne participent pas à la réaction ; -Activer l'un des groupes qui participent à la réaction.
2.2	Etapes de la synthèse sélective : -Blocage du groupe –COOH en le transformant en ester ; -Blocage du groupe -NH_2 en le transformant en amide ; -Activation du groupe –COOH en le transformant en chlorure d'acyle ; -Formation de la liaison peptidique.
2.3	Equation-bilan de la réaction : H-CH(NH_2)-COOH + CH_3OH $\rightleftharpoons$ H-CH(NH_2)-COOCH_3 + H_2O. Il s'agit de la première étape.
3.1	Acide amino-2-3-méthylbutanoique.
3.2	Le dipeptide Val- Ala comporte deux carbones asymétriques.
3.3	Formule semi-développée du dipeptide : CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_2)-CO-NH-CH(CH_3)-COOH.

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 03

1.1	C'est un composé difonctionnel dans lequel les deux groupements carboxyle et amine sont portés par le même carbone en α.
1.2	Groupes fonctionnels : -OH ; -NH_2 et –COOH.
1.3	La thréonine comporte, sur le carbone en α, les groupes -NH_2 et –COOH : c'est un acide α-aminé.
2.1	Carbone tétragonal lié à 4 atomes ou groupe d'atomes différents.
2.2	L'alanine possède un carbone asymétrique CH_3-C^*H(CH_2)-COOH donc chiral par suite il admet deux énantiomères.
2.3	Représentation de Fisher :  L. Alanine
3.1	Groupe amide.
3.2	Equation-bilan : CH_3-CHOH-CH(NH_2)-COOH + NH_2-CH(CH_3)-COOH ⟶ CH_3-CHOH-CH(NH_2)-CO-NH-CH(CH_3)-COOH + H_2O.
3.3	On obtient 4 dipeptides possibles : Thr – Ala ; Thr – Thr ; Ala – Thr ; Ala – Ala.

CORRIGE ENONCE ACIDES α-AMINES 04

1.1	Espèce chimique moléculaire ou ionique susceptible de capter au moins un proton.
1.2	B est une amine car ne contient que des atomes de carbone, hydrogène et azote.
1.3	Equation-bilan : R-CH(NH_2)-COOH ⟶ R-CH_2-NH_2 + CO_2.
2.1	Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de la réaction étudiée.
2.2	Equation-bilan : R-CH_2-NH_2 + H_3O^+ ⟶ R-CH_2-NH_3^+ + H_2O.
2.3	Formule de B : $n_B = n_A = C_A.V_{AE} = \frac{m_B}{M_B}$; alors M_B = 73 g/mol et 14 n + 31 = 73 soit n = 3 d'où B : $C_3H_7CH_2$-NH_2.
3.1	Formule de A : CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COOH.
3.2	A : acide amino-2-3-méthylbutanoïque. La molécule de A possède un carbone asymétrique CH_3-CH(CH_3)-C^*H(NH_2)-COOH.
3.3	Représentation de Fisher :  L

CORRIGE ENONCE ACIDE α-AMINES 05

1.1	Conditions nécessaires : -Bloquer ou désactiver les groupes qui ne participent pas à la réaction ; -Activer l'un des groupes qui participent à la réaction.
1.2	L'alanine est transformée en ester.
1.3	Equation-bilan :

	CH_3-CH(NH_2)-COOH + C_2H_5OH $\rightleftarrows$ CH_3-CH(NH_2)-$COOC_2H_5$ H_2O
2.1	Acide amino-2 éthanoïque.
2.2	Groupement amide ; il ressemble à la liaison peptidique.
2.3	Equation-bilan : CH_3-COCl + NH_2-CH_2-COOH + $\longrightarrow$ CH_3-CO-NH-CH_2-COOH + HCl.
3.1	C'est la liaison qui se forme par élimination d'une molécule d'eau entre le groupe amine d'un acide α-aminé et le groupe carboxyle d'un autre.
3.2	L'alanine présente les propriétés optiques car il possède un carbone asymétrique.
3.3	Equation-bilan : CH_3-CO-NH-CH_2-COCl + NH_2-CH(CH_3)$COOC_2H_5$ $\longrightarrow$ CH_3-CO-NH-CH_2-CO-NH-CH(CH_3)-$COOC_2H_5$.

CHAPITRE 4 : LES POLYMERES SYNTHETIQUES

1.Présentation

1.1 Définitions :

-Un polymère est une macromolécule formée de l'enchainement covalent d'un très grand nombre d'unités de répétition appelées motifs et préparée à partir de molécules appelées monomères.

-Le nombre n de motifs que comporte le polymère définit son degré de polymérisation (indice).

1.2Thermoplastiques-thermodurcissables-élastomères.

-Certains polymères se ramollissent sous l'action de la chaleur : on dit qu'ils sont thermoplastiques (Ils sont obtenus par polyaddition).

-Les polymères sont thermodurcissables lorsqu'ils durcissent sous l'action de la chaleur (ils sont obtenus par polycondensation).

-Les polymères sont dits élastomères lorsque sous l'action de contraintes mécaniques, ils subissent des déformations réversibles (caoutchouc naturels et synthétiques).

2. Réactions de polyaddition.

2.1 Définition : Les polymères obtenus par polyaddition résultent de l'addition d'un très grand nombre de molécules identiques appelées monomères.

Ce sont des alcènes tels que : $CH_2 = CH_2$ éthylène ; CH_3-CH = CH_2 propylène (propène) ; CH_2 = C(CH_3)-CH = CH_2 2-méthyl but-1,3-diène (monomère du caoutchouc naturel) ; CH_2 = CH-Cl chlorure de vinyle ; CH_2 = CH-O-CO-CH_3 acétate de vinyle ; CH_2 = CH-C_6H_5 styrène.

La formule générale d'un monomère est CH_2 = CH-Y, avec y = {H, CH_3, Cl, C_6H_5, O-CO-CH_3}.

La formule générale d'un polymère obtenu par polyaddition est -($-CH_2$-CHY$-$)$_n$- et -CH_2-CHY- est le motif.

2.2 Exemples de polymères obtenus par polyaddition :

-Le polyéthylène (P.E) : Il résulte de la polymérisation de l'éthylène $CH_2 = CH_2$

P. E : -($-CH_2$-CH_2-)$_n$- ; Il en existe deux types : P.E. basse densité et P.E. haute densité.

- Le polychlorure de vinyle (P.V.C) : Obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle ; -(-CH_2-CH-Cl-)$_n$- ; il en existe deux types, le P.V.C rigide et le P.V.C souple.

- Le polystyrène (P.S) : -(-CH_2-CH(C_6H_5)-)$_n$- : il en existe deux types, le P.S cristal ou standard qui est une matière plastique rigide, dure, souvent transparente et le P.S expansé utilisé pour l'isolation thermique et phonique.

3. Réactions de polycondensation

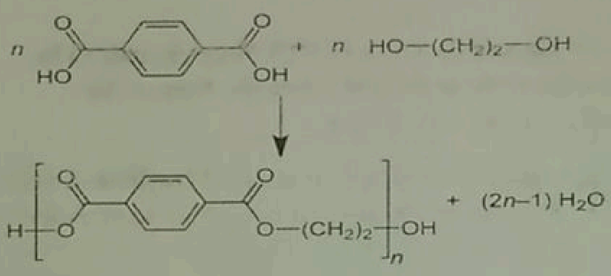
3.1 Définition et exemples : C'est une réaction au cours de laquelle un grand nombre de molécules s'unissent par des liaisons qui se forment lors des réactions entre deux groupes portés :

-soit par des molécules identiques ;

- soit par des molécules de deux types différents entrainant souvent l'élimination de molécules d'eau ou de molécules de chlorure d'hydrogène pour obtenir des polyesters ou des polyamides.

3.2 Obtention du polyéthylène téréphtalate (multiples usages).

Le P.E.T résulte de la polycondensation d'un diol, le glycol ou éthan-1,2-diol (OH-CH_2-CH_2-OH) avec un diacide, l'acide téréphtalique HOOC-C_6H_4-COOH ; c'est une réaction de poly-estérification.



Réaction réalisée à 200 °C en présence de CH_3COOCa.

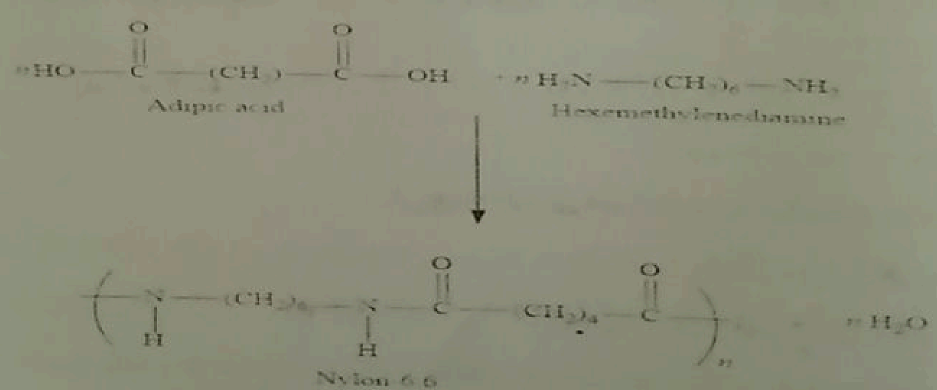
Remarque : On peut aussi utiliser le téréphtalate de méthyle CH_3-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_3 en industrie à 250 °C.

• Les applications du P.E.T : - En fils étirés ou fibres : vêtements, tergal, dacron, térylène, prothèses artérielles.

- En films ou en rubans : pellicules photo, bandes magnétiques, rubans adhésifs, …
- En bouteilles : matériau inaltérable et transparent.

3.3Obtention du nylon 6-6 (polyamide)

Obtenu industriellement en faisant réagir une diamine, l'hexane diamine-1,6 (H_2N-$(CH_2)_6$-NH_2) avec un diacide, l'acide hexane dioïque (acide adipique) HOOC-$(CH_2)_4$-COOH.



Réaction réalisée à pression ordinaire en présence de diazote. On peut aussi utiliser le di-chlorure d'hexanedioyle Cl-OC-$(CH_2)_4$-CO-Cl(coût élevé).

3.4Obtention du chlorure de vinyle

3.4.1 Chloration de l'éthylène : *-Chloration directe* $CH_2 = CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$ *(1,2-dichloro éthane). En présence de* $FeCl_3$*, 50°c -90°csous 3 à 5 bars.*

- Oxy-chloration : $CH_2 = CH_2 + 2\,HCl + \frac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl + H_2O$*. En présence de* $CuCl_2$ *à 180°c sous 15 à 20 bars.*

3.4.2*Craquage* du 1,2-dichloro éthane *: obtention du chlorure de vinyle*

$CH_2Cl\text{-}CH_2Cl \longrightarrow CH_2 = CHCl + HCl$*. C.V séparé par distillation (Réaction 500-550°c sous 25-30 bars).*

Remarque : On peut obtenir directement le C.V par la réaction : (Coût élevé de l'acéthylène).

$$H-C\equiv C-H \;+\; HCl \longrightarrow \underset{\text{chlorure de vinyle}}{H_2C{=}CHCl}$$

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 01

Les tuyaux de canalisation d'eau sont en polychlorure de vinyle (P.V.C). Pour repondre à la demande de ses clients, la S.E.E.G fait appelle à une usine de fabrication des tuyaux. Au laboratoire de l'usine, la fabrication du P.V.C se fait en trois étapes.

1.Première étape : Par une réaction d'addition du chlorure d'hydrogène sur l'éthylène dans le dioxygène de l'air, en présence de $CuCl_2$, à 180°c, sous la pression de 15 à 20 bars, on obtient le 1,2-dichloro-éthane.

1.1 Nommer ce type de réaction (addition ou substitution).

1.2 Justifier que cette réaction est endothermique.

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2. Deuxième étape : Par chauffage du 1,2-dichloro-éthane, à 550°c, sous la pression de 30 bars, on obtient le chlorure de vinyle.

2.1 Donner le nom de cette réaction.

2.2 Préciser le procédé par lequel est extrait le chlorure de vinyle.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

3. Troisième étape : On réalise la polymérisation du chlorure de vinyle conduisant à la production des tuyaux P.V.C.

3.1 Nommer le type de polymérisation réalisée (polyaddition ou polycondensation).

3.2 Donner le motif du polymère.

3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 02

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 ; M(O) = 16 ; M(N) = 14 g/mol.

Le nylon est une matière plastique de type polyamide utilisée comme fibre textile, des fils fins et des fils industriels.

1.Au laboratoire de l'industrie, on dispose du di-chlorure d'hexanedioyle.

1.1 Dans la formule semi-développée du polymère, nylon 6-6 suivante, identifier le groupe amide : H-[-CO-$(CH_2)_4$-CO-NH-$(CH_2)_6$-NH-$]_n$-CO.

1.2 Donner la formule semi-développée du monomère hexane-1,6-diamine.

1.3 Ecrire la formule de la molécule qui est éliminée lors de la synthèse du nylon 6-6 à partir de l'acide hexane dioïque.

2. Dans la formule du polymère, n, est appelé degré de polymérisation. Lors de la synthèse, on a obtenu une masse molaire égale à $1,2.10^5$ g/mol de nylon 6-6.

2.1 Définir le degré de polymérisation.

2.2 Ecrire le motif du polymère nylon 6-6.

2.3 Calculer le degré de polymérisation du nylon 6-6.

3.Au laboratoire, on fait réagir une mole d'hexane-1,6-diamine avec une mole de di-chlorure d'hexane dioyle (Cl-CO-$(CH_2)_4$-CO-Cl).

3.1 Donner la nature du polymère obtenu.

3.2 Préciser la molécule qui est éliminée.

3.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 03

Le polyéthylène téréphtalate, autrement dit le P.E.T, est utilisé principalement pour les emballages de boisson. C'est un polymère obtenu par polycondensation de l'acide téréphtalique (HOOC-C_6H_4-COOH) avec l'éthan-1,2-diol (HO-CH_2-CH_2-OH).

1.On fait réagir, à 200°c, en presence de l'éthanoate de calcium (CH_3COOCa), une mole de l'éthan-1,2-diol avec une mole de l'acide téréphtalique.

1.1 Donner le nom de cette réaction.

1.2 Justifier que cette réaction est une condensation.

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2. La polycondensation du mélange précedent conduit au polymère P.E.T.

2.1 Nommer la famille à laquelle appartient le P.E.T(thermoplastique ou thermodurcissable).

2.2 Ecrire le motif du polymère P.E.T.

2.3 Ecrire la formule du polymère.

3. On désire synthétiser le P.E.T en faisant réagir l'éthan-1,2-diol avec le téréphtalate de méthyle (CH_3-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_3).

3.1 Donner la fonction chimique du téréphtalate de méthyle.

3.2 Préciser la nature de la réaction (limitée ou totale).

3.3 Compléter l'équation-bilan de polymérisation :

nCH_3-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_3 + nOH-$(CH_2)_2$-OH $\longrightarrow$ (2n – 1)............. + CH_3-[-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-$]_n$-OH

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 04

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 g/mol.

Le styrène est un composé organique aromatique de formule C_8H_8. Il est utilisé pour fabriquer des plastiques, en particulier le polystyrène.

1.On dispose au laboratoire, de l'éthyl benzène. On réalise la déshydrogénation catalytique de l'éthyl benzène en présence d'un catalyseur approprié.

1.1 Donner la formule semi-développée de l'éthyl benzène.

1.2 Expliquer les termes ≪déshydrogénation catalytique≫.

1.3 Compléter l'équation-bilan suivantes : .... $\longrightarrow C_6H_5$-CH $= CH_2$ + ...

2. On réalise la polymérisation du styrène.

2.1 Définir une polyaddition.

2.2 Donner le motif du polystyrène.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de polymérisation du styrène.

3. La masse du polystyrène obtenue est égale à 10400 g/mol.

3.1 Définir le degré de polymérisation.

3.2 Calculer la masse du monomère.

3.3 Calculer le degré de polymérisation du polystyrène.

ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 05

Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1,0 g/mol.

Le polyéthylène (P.E) est un polymère thermoplastique de grande consommation obtenu par polymérisation de l'éthylène.

1.On dispose, au laboratoire d'une industrie, de l'éthane C_2H_6. On réalise la déshydrogénation de l'éthane en présence d'un catalyseur approprié.

1.1 Définir une déshydrogénation.

1.2 Préciser le nom du produit formé.

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2. On réalise la polymérisation du produit formé $CH_2 = CH_2$ sous haute pression à 200°c.

2.1 Définir une polyaddition.

2.2 Ecrire le motif du polymère.

2.3 Ecrire l'équation-bilan de polymérisation de l'éthylène.

3. L'indice de polymerisation du polyéthylène est égal à 100.

3.1 Définir l'indice de polymérisation.

3.2 Calculer la masse du motif du P.E.

3.3 Calculer la masse molaire du polyethylène.

CORRIGE DES ENONCES CHAPITRE : 04 LES POLYMERES SYNTHETIQUES

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 01

1.1	C'est une réaction d'addition.
1.2	C'est une réaction endothermique car elle consomme de l'énergie (chaleur).
1.3	Equation-bilan : $CH_2 = CH_2$ + HCl $\longrightarrow CH_2$Cl - CH_2Cl
2.1	C'est une réaction de craquage thermique.
2.2	Le chlorure de vinyle est extrait par distillation.
2.3	Equation-bilan de la réaction : CH_2Cl - CH_2Cl $\longrightarrow CH_2$ = CHCl + HCl.
3.1	Il s'agit d'une polyaddition.
3.2	Motif du polymère : -CH_2- CH(Cl)-
3.3	Equation-bilan de polymérisation : nCH_2 = CH_2 $\longrightarrow$ -(-CH_2 - CH(Cl)-)-

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 02

1.1	Le groupe amide est –CO-NH-
1.2	Formule du monomère hexane-1,6-diamine : NH_2-$(CH_2)_6$-NH_2.
1.3	La molécule qui est éliminée est la molécule d'eau H_2O.
2.1	C'est le nombre de motifs que comporte le polymère.
2.2	Motif du polymère : -CO-$(CH_2)_4$-CO-NH-$(CH_2)_6$-NH-
2.3	Degré de polymérisation : masse molaire du motif M_m = 226 g/mol ; n = $\frac{M_P}{M_m}$ = 531.
3.1	C'est un polyamide.
3.2	La molécule qui est éliminée est HCl.
3.3	Equation-bilan de la réaction : NH_2-$(CH_2)_6$-NH_2 + Cl-CO-$(CH_2)_4$-CO-Cl $\longrightarrow$ HCl + NH_2-$(CH_2)_6$-NH-CO-$(CH_2)_4$-CO-Cl.

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 03

1.1	C'est une estérification.
1.2	Il y a élimination d'une molécule d'eau au cours de cette réaction
1.3	Equation-bilan de la réaction : HOOC-C_6H_4-COOH + HO-CH_2-CH_2-OH $\longrightarrow$ H_2O + HOOC-C_6H_4-COOCH_2-CH_2-OH.
2.1	Le P.E.T appartient à la famille des thermodurcissables.
2.2	Motif du polymère P.E.T : -O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-
2.3	Formule du polymère : -[- O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-$]_n$-
3.1	C'est un diester.
3.2	C'est une réaction totale.
3.3	On complète l'équation avec (2n – 1)CH_3-OH.

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 04

1.1	Formule de l'éthyl benzène C_2H_5-C_6H_5.
1.2	Réaction chimique nécessitant souvent de catalyseurs, conduisant à l'élimination des atomes d'hydrogène.
1.3	Equation-bilan à compléter : CH_3-CH_2-C_6H_5 $\longrightarrow$ C_6H_5-CH = CH_2 + H_2.
2.1	C'est une réaction d'addition d'un très grand nombre de molécules identiques appelées monomères.
2.2	Motif du polystyrène : -CH_2-CH(C_6H_5)-

2.3	Equation-bilan : $n(CH_2 = CH(C_6H_5)) \longrightarrow (CH_2\text{-}CH(C_6H_5))_n$
3.1	C'est le nombre de motifs que comporte le polymère.
3.2	Masse du monomère : M($-CH_2$-CH(C_6H_5)-) = 104 g/mol.
3.3	Degré de polymérisation . n = $\frac{M_P}{M_m}$ = 100.

CORRIGE ENONCE POLYMERES SYNTHETIQUES 05

1.1	Réaction chimique nécessitant un catalyseur, conduisant à l'élimination des atomes d'hydrogène.
1.2	Il se forme de l'éthylène.
1.3	Equation-bilan de la réaction : $C_2H_6 \longrightarrow CH_2 = CH_2 + H_2$.
2.1	Réaction d'addition d'un très grand nombre de molécules identiques appelées monomères.
2.2	Motif du polymère : $-CH_2\text{-}CH_2-$
2.3	Equation-bilan de polymérisation : n ($CH_2 = CH_2$) $\longrightarrow$ $-(-CH_2\text{-}CH_2-)_n-$
3.1	C'est le nombre de motifs que comporte le polymère.
3.2	Masse du motif : M ($-CH_2\text{-}CH_2-$) = 28 g/mol
3.3	Masse molaire du polymère : n = $\frac{M_P}{M_m}$ alors M_P = 2800 g/mol.

BIBLIOGRAPHIE

[illegible]

[illegible]

https://sino.education/pdf2/pT.pdf

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

www.edunet.tn

[illegible]

http://www.camerecole.org › content › article › 137-e