
CENTRE NATIONAL DES EXAMENS
ET CONCOURS DE L'ÉDUCATION

INSPECTION GÉNÉRALE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : SEPTEMBRE 2020

Série : TSE

ÉPREUVE : PHYSIQUE

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, l'utilisation correcte des formules seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

1)

a) Explique le principe de fonctionnement d'un transformateur (1 pt)

b) Définis les termes ou expressions suivants : la chaleur massique, l'alternateur, le son, la longueur d'onde (2 pts)

2) Établis :

a) L'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement d'un projectile lancé avec une vitesse $\vec{v}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale dans un champ de pesanteur uniforme. Donne la nature de la trajectoire (2 pts)

b) Les expressions de la flèche et de la portée. (1 pt)

B- EXERCICE : f é m d'auto induction (6 pts)

Une bobine est constituée de 3000 spires enroulées sur un cylindre de 5 cm de diamètre et 50 cm de longueur. Lorsqu'on applique une tension de 4 V à ses extrémités, il y passe un courant de 2 A.

1) Calcule sa résistance R et son inductance L . On donne $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ S.I. (2 pts)

2) On annule le courant en 0,02 s suivant une fonction affine du temps.

Quelle est l'expression de la f.é.m. d'auto-induction e ? Représente e en fonction du temps (2 pts) (échelle : abscisse : 1 cm = 0,01s ; ordonnée 1 cm = 1 volt)

3) Quelle est l'expression de la tension u aux bornes de la bobine ? Représente u en fonction du temps. (2 pts) Échelle : abscisse 1 cm = 0,01s ; ordonnée 1 cm = 1 volt.

C- PROBLÈME : (8 pts)

Les parties I et II sont indépendantes et l'usage des calculatrices non programmables est autorisé

I- Mouvement d'un satellite géostationnaire (4 pts)

1) Dans un repère géocentrique un satellite artificiel S est animé d'un mouvement circulaire dont le centre est le centre de la Terre.

a) Montre que ce mouvement est uniforme. (0, 5 pt)

b) Trouve l'expression de sa vitesse v en fonction de l'altitude z de S du rayon terrestre R , de l'accélération de la pesanteur au niveau de la mer g . (0,5 pt)

2) Exprime la durée d'une révolution du satellite en fonction de z , R et g . (1 pt)

3) L'orbite circulaire du satellite est dans le plan de l'Équateur terrestre. Le satellite reste constamment au-dessus d'un point M de l'Équateur. On dit qu'il est géostationnaire.

Calcule son altitude z (1 pt)

$R = 6,4 \times 10^3$ km ; $g = 9,8$ m s⁻² ; 1 jour sidéral = $8,6 \times 10^4$ s

4) Une fusée met sur orbite un satellite géostationnaire de masse $m = 1$ tonne. On assimile le satellite à un point M et on néglige la résistance de l'air. Quel travail W (variation d'énergie mécanique) faut-il fournir au satellite parti du point M de l'Équateur, où il était immobile par rapport à la Terre, pour réaliser cette opération ? (1 pt)

L'énergie potentielle du système (satellite, Terre) due à la gravitation est :

$$E_p = -\frac{mgR^2}{R+z} \quad (E_p = 0 \text{ lorsque } z = 0)$$

II- Mouvement d'une particule dans un champ électrostatique (4 pts)

1) Un noyau d'hélium He_2^4 ou He^{2+} sort d'une source S pratiquement sans vitesse initiale par l'ouverture A (figure-1), il est soumis à l'action d'une tension accélératrice U_0 .

Quelle est la vitesse v_0 lorsqu'il passe dans l'ouverture B ? (1 pt)

On suppose $v \ll c$ (célérité de la lumière).

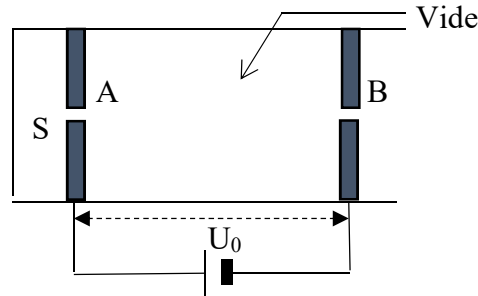


Figure-1 : Noyau d'hélium soumis à une tension U_0

Application numérique : Masse de $He^{2+} = 6,65 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $U_0 = 1,04 \times 10^4 \text{ V}$

2) La distance séparant les deux électrodes en A et B est $d = 2 \text{ cm}$. Quel est le temps mis par le noyau d'hélium pour aller de A à B ? On supposera que le champ électrique entre A et B est uniforme. (1 pt)

3) Sortant de B le noyau d'hélium arrive en O (figure-2) entre les armatures C et D d'un condensateur plan parallèles à Ax. Ces armatures ont la longueur l , suivant Ox et elles sont distantes de d' . $V_D - V_C = U$, cette différence de potentiel est positive et constante. Établis l'équation de la trajectoire du noyau d'hélium entre C et D, dans le repère Ox, Oy. (1 pt)

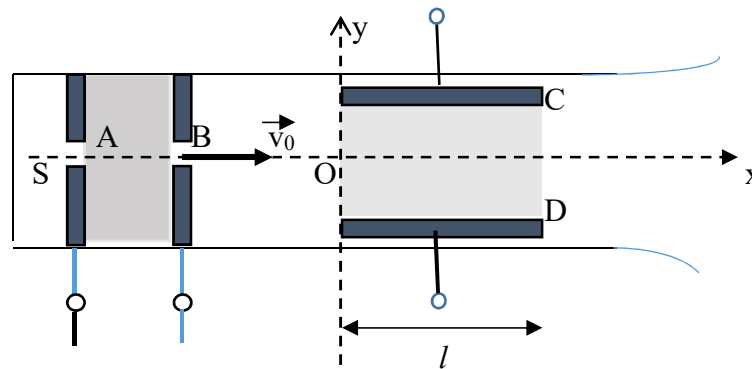


Figure-2: Noyau d'hélium entre les armatures d'un condensateur

4) Un écran luminescent E, est placé perpendiculairement à l'axe Ox, à la distance D, du milieu I du condensateur CD. Détermine l'ordonnée Y, sur l'axe HY du point d'impact du noyau d'hélium sur l'écran. (1 pt)

Application numérique : $v_0 = 10^6 \text{ ms}^{-1}$; $U = 5000 \text{ V}$; $l = d' = 10 \text{ cm}$; $D = 20 \text{ cm}$

CENTRE NATIONAL DES EXAMENS
ET CONCOURS DE L'ÉDUCATION

INSPECTION GÉNÉRALE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE

CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : SEPTEMBRE 2020

Série : TSE

ÉPREUVE : PHYSIQUE

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

a) Principe de fonctionnement d'un transformateur

On fait passer dans le primaire un courant sinusoïdal qui crée un champ magnétique dont l'intensité est de la forme $B = B_0 \cos \omega t$. Ce champ crée un flux variable $\Phi(t) = \Phi_0 \cos \omega t$ à travers

le secondaire. Il apparaît donc dans ce dernier une f.é.m. induite $e = -\frac{d\phi}{dt}$.

b) Définition des termes ou expressions suivants :

La chaleur massique d'un corps : La chaleur massique d'un corps est la quantité de chaleur qu'il faut apporter à 1 kg de ce corps pour en élever la température de 1°C.

L'alternateur : L'alternateur est un dispositif qui produit un courant alternatif et fournit, à ses bornes, une tension variable et alternative.

Autre définition : C'est un dispositif qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique disponible sous forme de courant alternatif.

Le son : Le son est une vibration mécanique d'un fluide qui se propage sous forme d'ondes grâce à la déformation élastique de ce fluide.

Longueur d'onde : C'est la distance parcourue par un signal pendant une période (distance entre deux maxima d'oscillations)

NB : Acceptez toutes autres définitions correctes

2)

a) L'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement du projectile (figure-1)

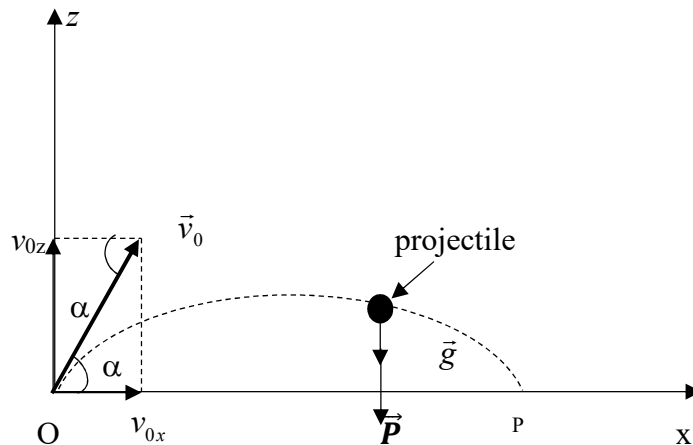


Figure-1 : Bilan des forces s'exerçant sur le projectile

Dans le repère terrestre, le projectile, lancé à la vitesse $\vec{v}_0$, est soumis à son poids $\vec{P}$ vertical. En négligeant la résistance de l'air et en munissant le plan vertical contenant O et $\vec{v}_0$ de l'axe Ox et de l'axe vertical Oz orienté vers le haut on aura

- État initial

À $t = 0$, le projectile part de O $x_0 = 0$, $z_0 = 0$

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

- À t quelconque, le vecteur accélération est donné par la relation fondamentale de la dynamique :

$$\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{P}}{m} = \frac{m\vec{g}}{m} = \vec{g} = cte = \vec{a}$$

- Dans le repère Ox, Oz :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 (\vec{g} \perp Ox) \\ a_z = -g (\vec{g} \parallel Oz) \end{cases}$$

En intégrant nous obtenons

$$v_x = cte = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$\vec{v} \quad v_z = -gt + v_{0z} = -gt + v_0 \sin \alpha$$

En intégrant de nouveau on aura :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha \end{cases}$$

En éliminant t entre les équations paramétriques on obtient l'équation cartésienne

$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$. En remplaçant t dans l'expression de z on a :

$$\boxed{z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha} \quad (\text{SI})$$

La trajectoire est une parabole

b) Les expressions de la flèche et de la portée

- La flèche

En désignant par S le point culminant ou la flèche nous avons :

$$z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha$$

$$v_z = \frac{dz(t)}{dt} = -gt + v_0 \sin \alpha$$

$$\text{En } S ; v_z = 0 \Rightarrow -gt + v_0 \sin \alpha = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

En remplaçant t par son expression dans celle de $z(t)$ on trouve :

$$z_S = -\frac{1}{2} g \left(\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} \right) + v_0 \sin \alpha \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\boxed{z_S = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}}$$

- La portée

A la portée $z = 0$; soit x_p la portée

$$-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha = 0 \Rightarrow x \left(-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x + \tan \alpha \right) = 0 \Rightarrow x = 0 \quad (\text{Origine } O)$$

$$\text{ou } -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x + \tan \alpha = 0 \Rightarrow x_p = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

$$\boxed{x_p = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha}$$

NB : Acceptez toute autre démonstration correcte aboutissant aux mêmes résultats

QUESTIONS DE COURS (6 pts)

1) Énoncé & définitions	Critères	Indicateurs		Points maximum
	Réponse correcte	a)	Explication correcte du principe de fonctionnement d'un transformateur	1
		b)	Définition correcte de la chaleur massique	0,5
			Définition correcte de l'alternateur	0,5
			Définition correcte du son	0,5
			Définition correcte de la longueur d'onde	0,5
2) Établissement d'expressions	Critères	Indicateurs		Points maximum
	Réponse correcte	a)	Schéma correct du mouvement du projectile	0,5
			Établissement correct de l'équation cartésienne de la trajectoire	1
			Réponse correcte de la nature de la trajectoire	0,5
	Réponse correcte	b)	Établissement correct de l'expression de la flèche	0,5
			Établissement correct de l'expression de la portée	0,5

B- EXERCICE : (6 pts)

1) La résistance R et l'inductance L de la bobine

Par définition $U = RI \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{4}{2} = 2\Omega$

$R = 2\Omega$

L'inductance L ; par définition

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S$$

N le nombre de spires, l la longueur du cylindre et S sa surface

Application numérique :

$$L = \pi \times 10^{-7} \frac{9 \times 10^6 \times \pi \times 25 \times 10^{-4}}{50 \times 10^{-2}} = 0,04436 H$$

$$L = 0,045 H$$

2) L'expression de la f.é.m. d'auto induction

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

À $t = 0$; $I = 2 A$

À $t = 0,02 s$; $I = 0$

i est de la forme $i = at + b$

Pour $t = 0$ alors $b = 2$

Pour $t = 0,02 s$ on a : $0 = 0,02a + 2 \Rightarrow a = -\frac{2}{0,02} = -100$

D'où $i = -100t + 2$

$$\frac{di}{dt} = -100$$

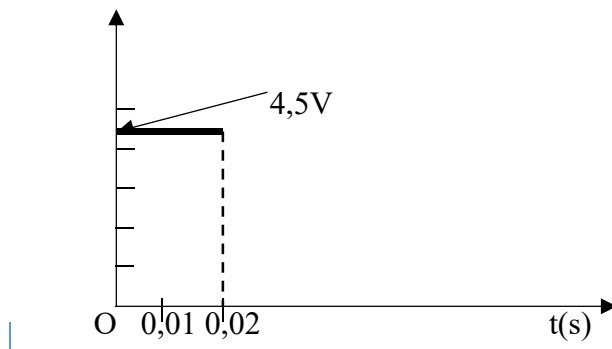
$$e = -L \frac{di}{dt} = 0,045 \times 100 = +4,5 V \quad (\text{car } di < 0)$$

$$e = 4,5 V$$

Représentons e en fonction du temps

Pour $0 \leq t \leq 0,02$; $e = 4,5 V$ et pour $t > 0,02 s$; $e = 0 V$. On a donc la courbe suivante :

$e (V)$



3) L'expression de la tension u aux bornes de la bobine

$$u = Ri + L \frac{di}{dt}$$

Pour $0 \leq t \leq 0,02s$, $i = -100t + 2$

Donc

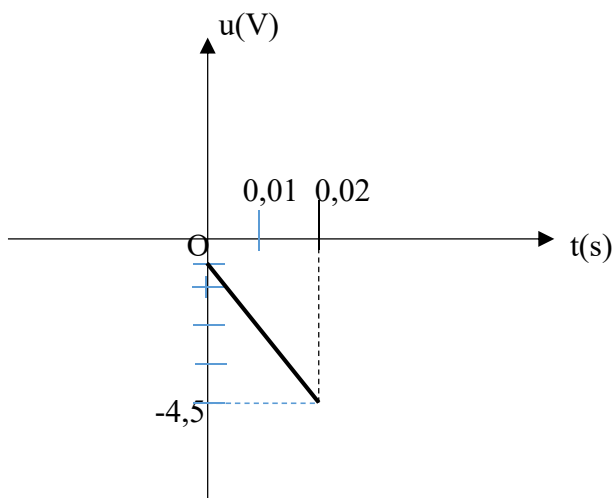
$$u = -200t + 4 - 4,5 = -200t - 0,5$$

$$u = -200t - 0,5$$

Pour $t > 0,02s$; $u(t) = 0$

Pour $t = 0$ alors $u = 0,5V$ soit un point A (0 ; 0,5)

Pour $t = 0,02s$ alors $u = -4,5V$ soit un point B (0,02 ; -4,5V). On a donc la courbe suivante :



B- EXERCICE (6 pts)

Exercice	Critères	Indicateurs	Points maximum
1)	Réponse correcte	Expression, valeur numérique et unité de la résistance correctes	1 (0,5+0,25+0,25)
		Expression, valeur numérique et unité de l'inductance correctes	1(0,5+0,25+0,25)

2)	Réponse correcte	• Expression, valeur numérique et unité de la f.é.m. correctes	1(0,5+0,25+0,25)
		• Représentation correcte de e en fonction du temps	1
3)	Réponse correcte	• Expression littérale correcte de la tension u	0,5
		• Calcul numérique correcte	0,5
		• Représentation correcte de u en fonction du temps	1

C- PROBLÈME : (8 pts)

Les parties I et II sont indépendantes et l'usage des calculatrices non programmables est autorisé

I- Mouvement d'un satellite géostationnaire (4 pts)

1)

a) Montrons que ce mouvement est uniforme (figure-2)

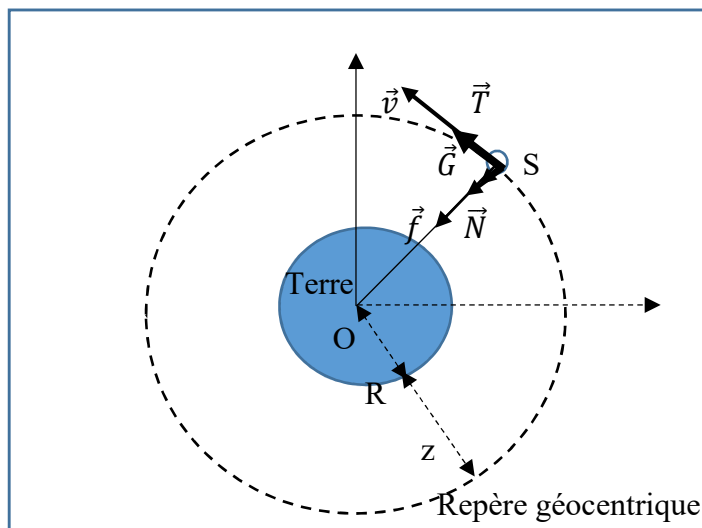


Figure-2 : Bilan des forces s'exerçant sur le satellite

Système : S Repère géocentrique, Inventaire des forces : $\vec{f} = m\vec{G}$. La relation fondamentale de la dynamique conduit à :

$$\vec{f} = m\vec{a} = m\vec{G} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{G}$$

En coordonnées curvilignes :

$$\frac{d\vec{v}}{dt}\vec{T} + \frac{v^2}{r}\vec{N} = G\vec{N}$$

D'où $\vec{v} = Cte$. Le mouvement est donc uniforme

Acceptez toute autre démonstration aboutissant au même résultat

b) Exprimons sa vitesse v en fonction de l'altitude z de S du rayon terrestre R , de l'accélération de la pesanteur au niveau de la mer g .

$$\frac{v^2}{r} = G$$

Avec $r = R + z$

On sait que : $G = G_0 \frac{R^2}{(R+z)^2}$ avec $G_0 = g$

Finalement on trouve :

$$v = R \sqrt{\frac{g}{R+z}}$$

2) Exprimons la durée d'une révolution du satellite en fonction de z , R et g .

Au cours d'une révolution, le satellite parcourt la distance $2\pi(R+z)$, à vitesse constante.

Soit T le temps mis :

$$v = \frac{2\pi(R+z)}{T} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi(R+z)}{v} = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+z)^3}{g}}$$

$$T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+z)^3}{g}}$$

3) Calculons son altitude z . Le satellite et le point M accomplissent un tour pendant le même temps (le satellite est géostationnaire). $T = 8,6 \times 10^4 \text{s}$

D'après l'expression de la période on a :

$$z = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R$$

Application numérique : $R = 6,4 \times 10^3 \text{ km} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$;

1 jour sidéral = $8,6 \times 10^4$ s. En remplaçant les lettres par leurs valeurs on trouve

$$z = 3,58 \times 10^7 \text{ m} = 3,58 \times 10^4 \text{ km}$$

4) Le travail W (variation d'énergie mécanique) qu'il faut fournir au satellite

Initialement par rapport au repère géocentrique, le satellite a la même vitesse que M soit :

$$v_1 = \frac{2\pi R}{T} = 468 \text{ m s}^{-1} \text{ alors } E_{C1} = \frac{1}{2} m v_1^2 \text{ et } E_{P1} = -\frac{mgR^2}{R} = -mgR$$

Finalement

$$v_2 = \frac{2\pi(R+z)}{T} = 3,08 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

$$E_{C2} = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$E_{P2} = -\frac{mgR^2}{R+z}$$

$$\text{On aura donc : } W = E_2 - E_1 = (E_{C2} + E_{C0} + E_{P2}) - (E_{C1} + E_{C0} + E_{P1})$$

$$= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) - mgR \left(\frac{R}{R+z} - 1 \right) = 5,78 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$W = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) - mgR \left(\frac{R}{R+z} - 1 \right)$$

$$W = 5,78 \times 10^{10} \text{ J}$$

Compte tenu de l'erreur dans l'épreuve qui dit : $E_p = -\frac{mgR^2}{R+z}$ ($E_p = 0$ lorsque $z = 0$ au lieu de $z = \infty$) la solution ci-dessous sera admise au cas où des raisonnements seront faits dans ce sens :

$$E_p = 0 \text{ pour } z = 0$$

$$E_1 = E_{p1} + E_{c1} = 0$$

$$E_2 = -\frac{mgR^2}{R+z} + \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$W = -\frac{mgR^2}{R+z} + \frac{1}{2} \frac{mgR^2}{R+z} = -\frac{mgR^2}{R+z} = -\frac{mgR^2}{2(R+z)} = -4,75 \times 10^9 \text{ J}$$

NB : Acceptez toute autre démonstration correcte aboutissant aux mêmes résultats

I- Mouvement d'un satellite géostationnaire (4 pts)

I-	Critères		Indicateurs	Points maximum
1)	Réponse correcte	a)	• Schéma correct avec les différences forces	0,25
			• Démonstration correcte que le mouvement est uniforme	0,25
		b)	Établissement correct de l'expression de la vitesse v	0,5
2)	Réponse correcte	Expression correcte de la durée d'une révolution		1
3)	Réponse correcte	• Expression correcte de l'altitude z		0,5
		• Calcul de z exact		0,25
		• Unité de z correcte		0,25
4)		• Expression correcte du travail W		0,5
		• Calcul de W exact		0,25
		• Unité de W correcte		0,25

II- Mouvement d'une particule dans un champ électrostatique (4 pts)

1) La vitesse v_0 lorsque le noyau d'hélium passe dans l'ouverture B

Considérons la particule He^{2+} dans le repère terrestre. Elle est soumise à son poids $\vec{P}$ négligeable, à une force électrique $\vec{F}$. Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B.

$$E_{C2} - E_{C1} = W_{\vec{F}}$$

$$E_{C1} = 0 ; E_{C2} = \frac{1}{2}mv_0^2 ; W_{\vec{F}} = q(V_A - V_B)$$

Avec $q = 2e$; $V_A > V_B$ donc $V_A - V_B = +U_0$. En remplaçant :

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = 2eU_0 \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$$

Application numérique :

$$v_0 = \sqrt{\frac{4 \times 1,04 \times 10^4 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,65 \times 10^{-27}}} = 10^6 \text{ms}^{-1}$$

$$v_0 = 10^6 \text{ms}^{-1}$$

2) Le temps mis par le noyau d'hélium pour aller de A à B

Le champ électrique $\vec{E}$ est uniforme et dirigé de A vers B ($V_A > V_B$). La force électrique $\vec{F} = q\vec{E}$ qui agit sur He^{2+} est constante. La particule qui part de A sans vitesse a donc un mouvement rectiligne, suivant Ax, colinéaire à $\vec{F}$ (figure-3)

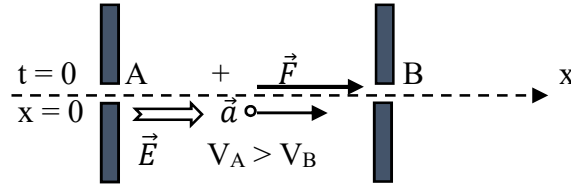


Figure-3 : Noyau d'hélium soumis à une tension U_0

D'après le théorème du centre d'inertie :

$$\vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q}{m}\vec{E}$$

$q > 0$, donc $\vec{a}$ et $\vec{E}$ sont colinéaires et de même sens

$$a = \frac{|q|}{m}E = \frac{2e}{m} \times \frac{U_0}{d}$$

$a = \text{cte}$, ce mouvement est donc uniformément varié. Soit $t = 0$, l'instant du départ. La loi horaire du mouvement s'écrit :

$$d = \frac{1}{2}at^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{md^2}{eU_0}}$$

$$t = \sqrt{\frac{md^2}{eU_0}}$$

Application numérique :

$$t = \sqrt{\frac{6,65 \times 10^{-27} \times 4 \times 10^{-4}}{1,04 \times 10^4 \times 1,6 \times 10^{-19}}} = 4 \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$t = 4 \times 10^{-8} \text{ s} = 40 \text{ ns}$$

3) Déterminons l'équation de la trajectoire du noyau d'hélium entre C et D, dans le repère Ox, Oy (figure-4).





— D

Figure-4: Noyau d'hélium à la sortie du condensateur

- Entre C et D le champ électrique est uniforme dirigé de D vers C ($V_D > V_C$). He^{2+} soumis à $\vec{F} = q\vec{E}$ verticale reste dans le plan contenant O et $\vec{v}_0$ c'est-à-dire le plan (Ox, Oy).

- État initial du mouvement. A $t = 0$:

$$\left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array} \right| \Leftrightarrow \vec{v}_0 \left| \begin{array}{l} \dot{x}_0 = v_0 \\ \dot{y}_0 = 0 \end{array} \right|$$

- Au cours du mouvement comme dans la question précédente :

$$\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{E}$$

$$a = \frac{2e}{m} \frac{U}{d}$$

Dans le repère choisi :

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = \frac{2eU}{md} = Cte \end{array} \right|$$

$\vec{a}$ (est colinéaire à Oy et de même sens)

Par intégrations

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} \dot{x} = Cte = \dot{x}_0 = v_0 \\ \dot{y} = \frac{2eU}{md} t + \dot{y}_0 = \frac{2eU}{md} t \end{array} \right| \Leftrightarrow \left| \begin{array}{l} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} \frac{2eU}{md} t^2 + y_0 = \frac{eU}{md} t^2 \end{array} \right|$$

D'après la loi horaire : $t = \frac{x}{v_0}$ d'où :

$$y = \frac{eU}{md'v_0^2} x^2$$

La trajectoire est donc un arc de parabole

4) Déterminons l'ordonnée Y, sur l'axe HY du point d'impact du noyau d'hélium sur l'écran (figure-5)

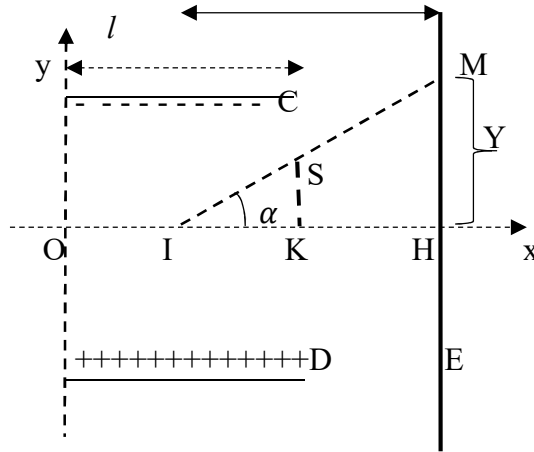


Figure-5 : Détermination de l'ordonnée Y

He^{2+} sort du champ électrique par le point S, ensuite He^{2+} est soumis à son poids, est pratiquement en mouvement rectiligne, uniforme. Le vecteur vitesse de sortie $\vec{v}_S$ est tangent en S à la trajectoire parabolique entre O et S. He^{2+} arrive sur l'écran E en M. D'après une propriété de la parabole, la droite MS coupe Ox en I milieu de OK.

- Déterminons KS (appelée déviation: déviation de He^{2+} à la sortie du champ). KS est l'ordonnée y_S de S, dans (Ox, Oy) . $x_S = l$.

$$KS = y_S = \frac{eU}{md'v_0^2} x_S = \frac{eUl^2}{md'v_0^2}$$

- Déterminons HM, c'est-à-dire Y (appelée déviation linéaire de He^{2+} sur l'écran)

$$\frac{HM}{KS} = \frac{IH}{IK} \Leftrightarrow \frac{Y}{y_s} = \frac{D}{\frac{l}{2}} \Leftrightarrow \boxed{Y = \frac{2eULD}{md'v_0^2}}$$

Application numérique :

$$Y = \frac{2 \times 1,6 \times 10^{-6} \times 5000 \times 10 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-2}}{6,65 \times 10^{-27} \times 10 \times 10^{-2} \times (10^6)^2} = 0,0481 \text{ m}$$

$$Y = 0,0481 \text{ m}$$

NB : Acceptez toute autre démonstration correcte aboutissant aux mêmes résultats

II- (4 pts)

I-	Critères	Indicateurs	Points maximum
----	----------	-------------	----------------

1)	Réponse correcte	• Expression correcte de la vitesse	0,5
		• Calcul exact de la vitesse	0,25
		• Unité correcte de la vitesse	0,25
2)	Réponse correcte	• Expression correcte du temps mis	0,5
		• Calcul exact du temps	0,25
		• Unité correcte du temps	0,25
3)	Réponse correcte	Établissement correct de l'expression de la trajectoire	1
4)	Réponse correcte	• Expression correcte de l'ordonnée Y	0,5
		• Calcul exact de Y	0,25
		• Unité correcte de Y	0,25

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE SEPTEMBRE 2020

Série: TSE

ÉPREUVE: CHIMIE

DURÉE: 3 heures

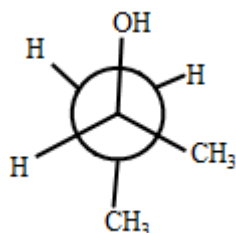
COEFFICIENT : 3

SUJET

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, l'utilisation correcte des formules seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

A QUESTIONS DE COURS (6 pts)

- 1- Ecris les formules semi-développées des acides α -aminés suivants en notant le (ou les) carbone(s) asymétrique (s) par un astérisque (C^*) : (1,5 pts)
Acide 2-amino 3-hydroxybutanoïque
Acide 2-amino propanoïque
Acide 2-amino 3-méthyl pentanoïque
- 2- Soit le composé $(CH_3)_2CH - CHNH_2 - COOH$
 - a) Donne son nom, sa fonction et sa représentation de Fischer (1pt)
 - b) Donne la forme sous laquelle on lui trouve en solution aqueuse et le nom. Explique son caractère amphotère (1 pt)
- 3) On considère une molécule A représentée ci-dessous :



- Sous quelle conformation A est-elle représentée ? Représente et nomme une autre conformation de A. Quelle est la conformation stable ? (1 pt)
- Donne la formule semi-développée et le nom de A. (0,5 pt)
- Montre que la molécule A possède deux isomères de configuration. Représente-les. (1pt)

B ; Exercice (4 pts)

Acides carboxyliques

On étudie la réaction entre l'acide méthanoïque et le méthanol. Dans plusieurs ampoules on mélange 2,3 g d'acide et 1,6 g d'alcool. On scelle ensuite les ampoules et on les place dans une étuve à 50°C.

Au bout de 24 heures on constate que la masse d'acide que l'on peut doser reste constante et vaut 0,76 g.

- Ecris l'équation de la réaction en utilisant les formules semi-développées. (0,5 pt)
 - Quelles sont ses caractéristiques ? (0,75 pt)
 - Quel est le pourcentage d'alcool estérifié ? (2 pts)
 - Quels autres réactifs peut-on utiliser pour obtenir que tout l'alcool réagisse en formant le même ester ? On écrira l'équation de la réaction avec l'un d'eux. (0,75 pt)
- On donne $M(C) = 12 \text{ g. mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g. mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g. mol}^{-1}$

C. PROBLEME (10 pts)

Les parties I et II du problème sont indépendantes et l'usage des calculatrices non programmables est autorisé

Partie I (4,5 pts)

Hydratation d'un alcène

L'hydratation d'un alcène A (addition d'une molécule d'eau à une molécule de cet alcène) conduit à un seul composé B.

Tout autre composé étant indétectable, même à l'état de traces, on admettra que la formule semi-développée de A est symétrique par rapport à la double liaison.

Ce composé B réagit avec le dichromate de potassium en milieu acide pour donner C.

Le composé C donne un précipité orange avec la 2, 4- dinitrophénylhydrazine mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling. L'analyse de B montre qu'il contient 64,9% en masse de carbone.

- Quelle est la fonction chimique du composé C ? (1 pt)
- Quelle est la fonction chimique de B ? (0,5 pt)
- Détermine la formule semi-développée de A et son nom (0,5 pt)
- Donne les formules développées et les noms de B et C (1 pt)
- Ecris l'équation-bilan de la réaction de B avec le dichromate de potassium en milieu acide. (1,5 pts)

Données : Masses atomiques molaires :

$M(C) = 12 \text{ g. mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g. mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g. mol}^{-1}$

Partie II (5,5 pts)

Cinétique Chimique

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent l'étude cinétique de la réaction d'hydrolyse d'un ester.

Pour cela, le préparateur dissout $n = 0,5$ mole d'éthanoate d'éthyle dans la quantité d'eau nécessaire pour 1 L de solution.

1. En utilisant les formules semi-développées écris l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau. (0,5 pt)

Comment nomme-t-on cette réaction ? Précise les noms des produits. (0,5 pt)

2. Chaque groupe d'élèves prélève 100 cm^3 de cette solution qu'il répartit dans 10 tubes maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date $t = 0$. A chaque instant de date t précisé dans le tableau ci-dessous, on prélève un tube que l'on met dans la glace puis on dose l'acide faible formé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,5 \text{ mol L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium

Un groupe d'élèves obtient les résultats suivants :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b(\text{cm}^3)$	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4

- Pourquoi place-t-on le tube dans la glace avant chaque dosage ? (0,25 pt)
 - Calcule le nombre n_0 de moles d'ester présent dans chaque tube, à l'instant de date $t = 0$ (0,25 pt)
 - Exprime en fonction de V_b , le nombre n_E de moles d'ester restant dans le tube, à la date t , V_b étant exprimé en cm^3 (0,5 pt)
Calcule n_E à chaque date t , et donne les résultats sous forme de tableau. (1 pt)
3. a) Trace sur un papier millimétré la courbe $n_E = f(t)$. (1,5 pts)
Echelles : en abscisse : 1 cm pour 10 min
 en ordonnée : 1 cm pour $2 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- Définis la vitesse de disparition de l'ester à la date t . Comment l'obtenir à partir du graphique ? Calcule sa valeur V_1 en mol. min^{-1} , à la date $t_1 = 50 \text{ min}$. (0,5 pt)
 - En utilisant la courbe, explique qualitativement comment évolue cette vitesse au cours du temps. (0,25 pt)
 - Cite deux méthodes utilisables pour augmenter la vitesse de cette réaction. (0,25 pt)

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE SEPTEMBRE 2020

Série: S.E

ÉPREUVE: CHIMIE

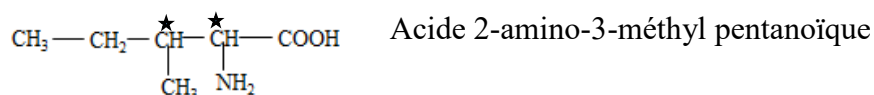
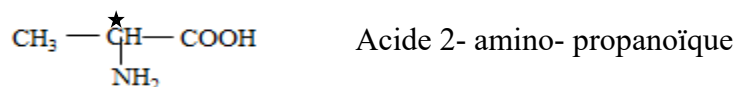
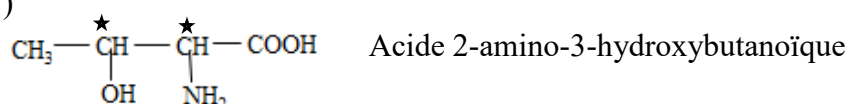
DURÉE: 3 heures

COEFFICIENT: 3

CORRIGÉ

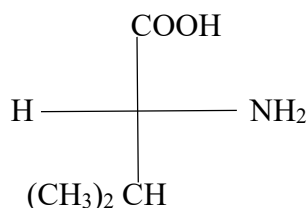
A. QUESTIONS DE COURS : (6pts)

1)



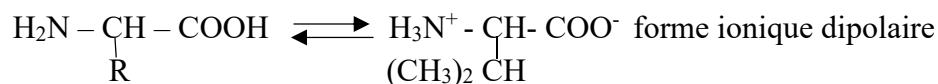
Nom: acide 2-amino-3 méthyl butanoïque

Fonction: acide α aminé

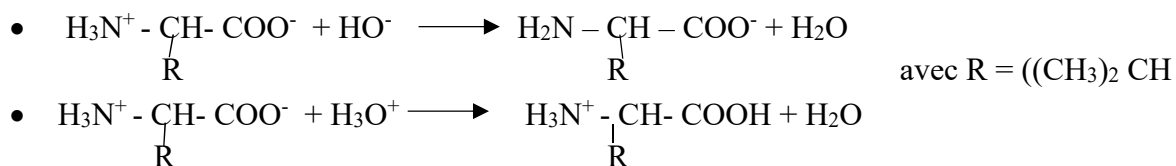


Représentation de Fischer

En solution aqueuse, il se présente sous la forme d'un ion dipolaire appelé amphion (ou zwitterion).



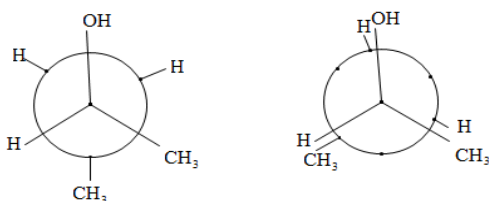
L'Amphion est un ion dipolaire, il se comporte comme un acide en présence d'une base et comme une base en présence d'un acide, d'où son caractère **amphotère**



3- a) (A) est représentée ici par la conformation étoilée ou décalée.

On peut représenter (A) sous la conformation éclipsée

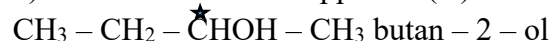
La conformation étoilée est **la plus stable**



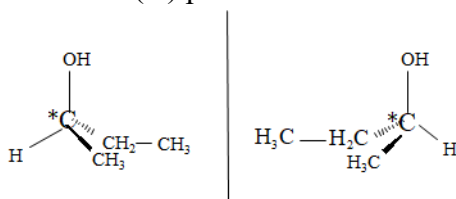
Conformation étoilée

Conformation éclipsée

b) Formule semi-développée de (A) :



c) La molécule de (A) possède un carbone asymétrique, elle possède donc deux énantiomères



CRITERES D'EVALUATION

A) COURS (6 pts)

	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	La formule semi développée de chaque acide α aminé est correctement écrite ; le carbone asymétrique est noté	1,50 (0,50 par acide α aminé)

2)	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	Le nom et la fonction chimique sont corrects	0,50
		La représentation de Fisher est correcte	0,50
b)		En solution aqueuse sa forme est donnée et est correcte ; son nom est correct	0,50
		Le caractère amphotère est clairement expliqué	0,50

3)	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	La conformation de A est donnée	0,25
		Une autre conformation de A est représentée et nommée	0,50
b)		La conformation stable est désignée	0,25
		La formule semi développée de A est donnée et son nom est correct	0,50
c)		Présence d'un carbone asymétrique	0,50
		Les isomères de configuration sont représentés	0,50

B) EXERCICE:

1) Equation bilan de la réaction:



Cette réaction d'estérification (sens 1) a les caractéristiques suivantes:

- Elle est **lente** ;
- Elle est quasi **athermique** ;
- Elle est **limitée** par la réaction d'hydrolyse (2)

Le pourcentage r d'alcool estérifié

$$r = \frac{n}{n_0} = \frac{n(\text{alcool estérifié})}{n_0(\text{quantité initiale})}$$

- Calcul de n_0 :

$$M_0 = 12 + 16 + 4 = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m_0 = 1,6 \text{ g}$$

$$n_0 = \frac{m_0}{M_0} = \frac{1,6}{32} = 0,05 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- Calcul de $n(\text{alcool estérifié})$

Soit $(n_{\text{acide}})_{\text{ayant réagi}}$ la quantité de matière d'acide méthanoïque ayant réagi lors de la réaction d'estérification

$$\frac{n(\text{HCOOH})}{1} = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{1} = \frac{n(\text{ester})}{1} \text{ équation stoechiométrique}$$

Donc $n_{\text{alcool estérifié}} = (n_{\text{acide}})_{\text{ayant réagi}}$

Or $m_1 = 2,3 \text{ g}$ = masse d'acide méthanoïque introduit

$M_1 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$ = sa masse molaire

$$\text{Il vient : } (n_{\text{acide}})_{\text{introduit}} = \frac{m_1}{M_1} = \frac{2,3}{46} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- Au bout de 24 h, la masse d'acide méthanoïque reste constante signifie que l'équilibre est atteint.

Si $m'_1 = 0,76 \text{ g}$ est la masse d'acide restant, alors la quantité d'acide est :

$$(n_{\text{acide}})_{\text{restant}} = \frac{m'_1}{M_1}$$

$$(n_{\text{acide}})_{\text{ayant réagi}} = (n_{\text{acide}})_{\text{introduite}} - (n_{\text{acide}})_{\text{restant}}$$

$$(n_{\text{acide}})_{\text{ayant réagi}} = n_{\text{alcool estérifié}} = \frac{m_1 - m'_1}{M_1}$$

Calcul du pourcentage r d'alcool estérifié :

$$r = \frac{n_{\text{alcool estérifié}}}{n_0} = \frac{m_1 - m'_1}{m_0} \times \frac{M_0}{M_1}$$

$$\text{AN : } r = \frac{2,3 - 0,76}{1,6} \times \frac{32}{46} = \frac{1,54}{1,6} \times \frac{32}{46} = \frac{49,28}{73,6} = 0,6695 \approx 0,67$$

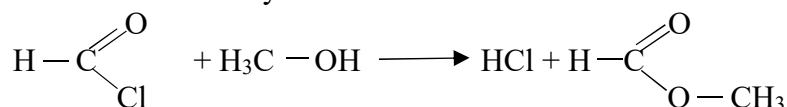
$$\boxed{r = 0,67 \text{ soit } 67\%}$$

NB Accepter toute valeur proche

Le rendement de la préparation d'un ester peut être amélioré si, au lieu de l'acide carboxylique, nous utilisons le chlorure d'acyle ou l'anhydride d'acide correspondant, soit pour l'acide méthanoïque :

- Le chlorure de méthanoyle $\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{Cl}$
- Ou l'anhydride méthanoïque $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
- Ou avec l'amide $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$

Avec le chlorure de méthanoyle, par exemple, l'équation-bilan de la réaction de synthèse du méthanoate de méthyle s'écrit :



La réaction de synthèse de l'ester est **quasi-totale, rapide** et très **exothermique**
NB : cette information n'est obligatoire

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'équation bilan de la réaction est correcte	0,5

2	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	Les caractéristiques sont cités	0,75
3	Réponse correcte	La formule donnant le pourcentage est correcte La quantité initiale d'alcool est déterminée La quantité d'alcool estérifiée est déterminée Le pourcentage est calculé et est correct	0,25 0,25 1 0,50
4	Réponse correcte	Les réactifs sont cités L'équation bilan avec l'un des réactifs est correcte	0,50 0,25

C) PROBLEME : (10pts)

Partie I : (4,5 pts)

1) Hydratation de l'alcène



$$M(\text{B}) = 12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18$$

$$\frac{12n}{\%C} = \frac{M}{100} \Rightarrow \frac{12n}{64,9} = \frac{14n + 18}{100}$$

$$1200n = (14n + 18) \times 64,9 = 908,6n + 1168,2$$

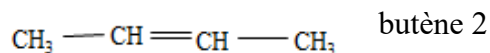
$$291,4n = 1168,2 \Rightarrow n = \frac{1168,2}{291,4} = 4,008 \approx 4$$

(C) est une **cétone** car ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

2- La formule brute de (B) est **C₄H₁₀O**, c'est un **alcool secondaire** car l'oxydation ménagée d'un alcool secondaire donne une cétone.

Formule brute de (A) : **C₄H₈**

3- la formule semi-développée de (A) est :



4- Formules semi-développées et noms de (B) et (C) :

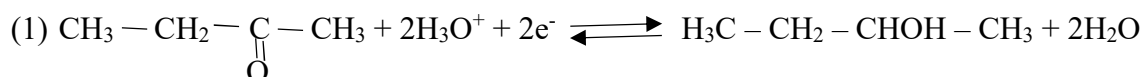


(A)

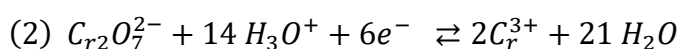
(B)

(C°) est le butanone : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{CH}_3$

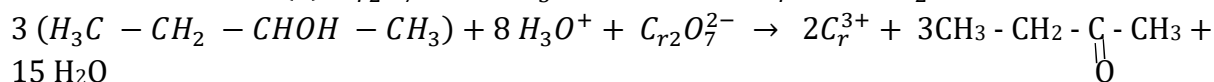
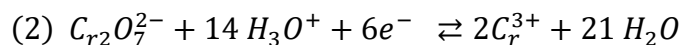
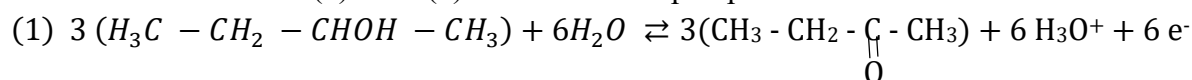
5- l'équation – bilan de la réaction de (B) avec le bichromate de potassium en milieu acide :
Le couple oxydo-réducteur correspondant est butanone / butan-2-ol



(2) Pour le couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, le schéma de définition est :



L'équation- bilan de l'oxydation ménagée du butan-2-ol par les ions dichromates s'obtient en faisant la somme de (2) et de (1) inversé et multiplié par 3 :



C. PROBLEME

I (4,5 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	La fonction chimique du composé C est correcte	1

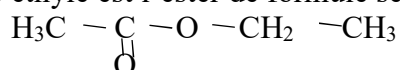
2	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	La fonction chimique du composé C est correcte	0,50

3	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	La formule semi-développée de A est donnée et son nom est correct	0,50

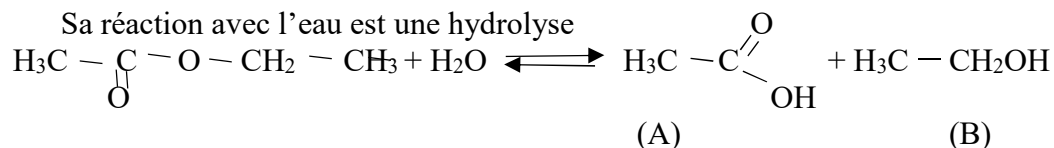
4	Réponse correcte	La formule développée et le nom de B sont corrects	0,50
		La formule développée et le nom de C sont corrects	0,50
5		L'équation- bilan de la réaction de B avec le dichromate de potassium en milieu acide est correcte	1,5

Partie II : (5,5 pts)

- 1) L'éthanoate d'éthyle est l'ester de formule semi-développée :



Sa réaction avec l'eau est une hydrolyse



(A)

(B)

Le composé (A) est l'acide éthanoïque (ou acide acétique) et le composé (B) est l'éthanol (alcool primaire)

- 2) a) La température étant un facteur cinétique, la vitesse de formation de l'acide éthanoïque au cours de la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate d'éthyle est une fonction croissante de la température. Ainsi en plaçant le tube dans la glace, on refroidit le mélange et l'on réduit la vitesse de formation de l'acide à une valeur quasi nulle, ce qui permet d'en différer le dosage.
- b) Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL qui sont répartis à part égale dans 10 tubes. Chacun des tubes contient donc $V = 10 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ L}$ de la solution

La quantité de matière d'éthanoate d'éthyle dans chaque tube est initialement :
 $n_0 = C_b V = 0,5 \times 10^{-2} = \mathbf{5 \cdot 10^{-3} \text{ mol d'ester}}$

- c) Soit n_A la quantité d'acide éthanoïque formé à l'instant t
 $n_A = n_B$; or avec $C_b = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$, nous avons :
 $n_B = C_b V_b$ (avec V_b en litre)

A l'équivalence du dosage :

$$n_A = n_B = 10^{-3} C_b V_b = 5 \times 10^{-4} V_b \text{ (avec } V_b \text{ en cm}^3\text{)}$$

- D'après la stœchiométrie de la réaction d'hydrolyse, on a :

$$(n_E)_{\text{ayant réagi}} = n_A = 10^{-3} C_b V_b = 5 \times 10^{-4} V_b$$

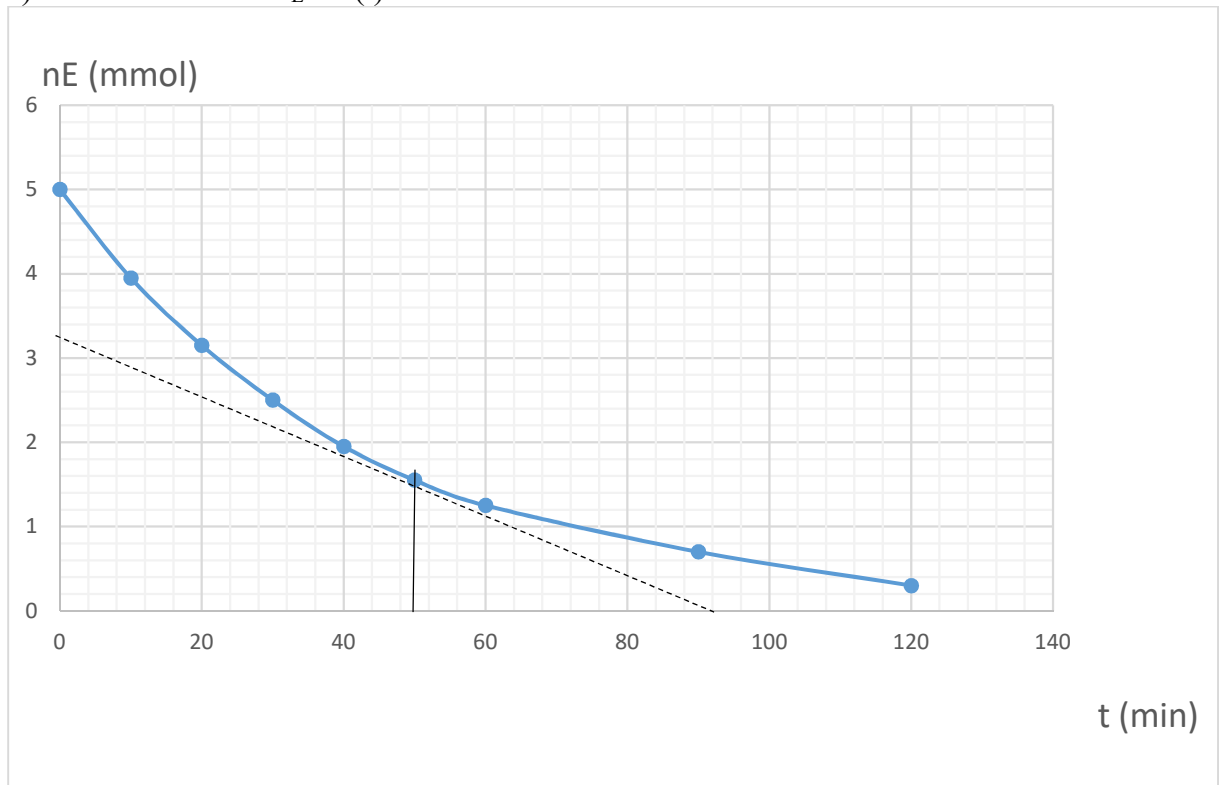
- La quantité d'ester restant, n_E est alors,

$$n_E = n_0 - (n_E)_{\text{ayant réagi}}$$

$$n_E = 5 \cdot 10^{-3} - 5 \times 10^{-4} V_b$$

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
V_b (cm ³)	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
n_E (mmol)	5,00	3,95	3,15	2,50	1,95	1,55	1,25	0,70	0,30

- 3) a) tracé de la courbe $n_E = f(t)$



- b) la vitesse de disparition de l'ester est, par définition la quantité positive :

$$V_E(t) = - \frac{dn_E(t)}{dt} \text{ ou } V_E(t) = \left| \frac{dn_E(t)}{dt} \right|$$

- Nous traçons, à la date $t_1 = 50$ min, la tangente au graphe obtenu
- Nous constatons que cette droite passe, par les points (0, 3,2 mmol) et (96 min, 0)
- Nous en déduisons :

$$V_1 = \left| \frac{0 - 3,2 \cdot 10^{-3}}{96 - 0} \right| = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_1 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

- c) $V_E(t)$ est une fonction décroissante du temps (V_E diminue quand t augmente)
- d) Pour augmenter cette vitesse on peut :
- Augmenter la température
 - Introduire dans la solution un catalyseur, ici en l'occurrence, les ions hydroniums H_3O^+ provenant d'acide sulfurique ajouté en petite quantité.

II (5,5 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau est correcte	0,50
		La réaction est nommée et les noms des produits sont précisés	0,50

2	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	La réponse est correcte	0,25
b)		Le nombre n_0 de moles d'ester présent dans chaque tube est calculé	0,25
c)		Le nombre n_E de moles d'ester restant est exprimé en fonction de V_b	0,50
		Le tableau est correct	1
3)	Réponse correcte	La courbe $n_E = f(t)$ est correctement tracée	1,50
a)		La vitesse de disparition de l'ester à la date t est définie ; sa valeur est donnée à $t = 50 \text{ min}$	0,50
b)		L'évolution de cette vitesse au cours du temps est correctement expliquée	0,25
c)			

d)		2 facteurs sont cités pour augmenter la vitesse de la réaction	0,25
----	--	--	------

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE SEPTEMBRE 2020

Série: T. S. Exp

ÉPREUVE: PHYSIQUE-CHIMIE

DURÉE: 3 heures

COEFFICIENT: 3

SUJET

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, l'utilisation correcte des formules seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

A PHYSIQUE (8 pts)

I COURS (3 pts)

- 1) On accroche à un ressort R de raideur K, un solide de masse m. L'ensemble pouvant glisser sur une table à coussin d'air empêchant les frottements.
 - a) Etablis l'équation différentielle régissant le mouvement (0,75 pt)
 - b) Etablis l'expression de sa période, puis de sa fréquence (0,5 pt)
- 2) Cite les propriétés des ondes électromagnétiques. (0,75 pt)
- 3)
 - a) Définis : le laser, un satellite géostationnaire (0,5 pt)
 - b) Donne l'énoncé de la loi de Lenz (0,5 pt)

II EXERCICE : (5 pts)

Circuit R.L.C – phénomène de résonance

- 1) Une bobine est montée en série avec un ampèremètre de résistance négligeable. Cet ensemble est alimenté :
 - En courant continu sous une ddp de 24 V ; l'ampèremètre indique alors une intensité de 4,8 A

- En courant alternatif de fréquence 50 Hz sous une ddp efficace de 110 V ; l'ampèremètre indique dans ce cas une intensité efficace de 11 A.
 - a) En déduis la résistance de cette bobine (0,5 pt)
 - b) Calcule son inductance (1 pt)
 - c) Combien de spires comporte cette bobine (sans noyau de fer doux), sachant qu'elle a une longueur de 50 cm et un diamètre de 10 cm. (1,25 pts)
- 2) Dans une seconde expérience, la même bobine est alimentée en courant alternatif de fréquence 400 Hz sous une ddp efficace de 220 V.
- a) Quelle est l'intensité efficace qui la parcourt alors ? (0,75 pt)
 - b) Quelle capacité un condensateur ajouté en série dans ce cas devrait-il avoir, pour le phénomène de résonance ? (0,5 pt)
 - c) Calcule la ddp efficace qui serait alors obtenue aux bornes du condensateur. Que se passe-t-il aux bornes du condensateur ? (1 pt)

B. CHIMIE : (12 pts)

I COURS : (3,5 pts)

- 1) Définis l'isomérisation. Donne la formule semi-développée de tous les alcanes en C₅ et les nommer. (1 pt)
- 2) Le craquage du 2- méthylpentane peut conduire à la formation du propane et d'un alcène. Cet alcène fait-il l'objet d'une isomérisation Z/E ? Justifie ta réponse (1 pt)
- 3) Définis la vitesse d'une réaction chimique. Quels sont les facteurs cinétiques ? Comment peut-on déterminer graphiquement l'ordre d'une réaction ? (1,5 pts)

II EXERCICE : (3,5 pts)

Cinétique chimique

Lors de l'étude de la réaction :



à 15°C on a obtenu les résultats suivants (les concentrations initiales de CH₃ COO C₂H₅ et NaOH étant de 0,05 mol/L)

t (min)	2	3	4	8	10
% de CH ₃ COO C ₂ H ₅ restant	67,1	58,3	52,2	31,4	29,7

- 1) Montre que la réaction est d'ordre 2 (2,5 pts)
- 2) Évalue la constante de vitesse (0,5 pt)
- 3) Évalue le temps de demi-réaction (0,5 pt)

III PROBLEME: (5 Pts)

Aldéhydes, acides carboxyliques, estérification, chlorure d'acyle, amide

1) On dispose d'un corps (A) de formule brute C_3H_6O . Il donne un précipité avec la D. N. P. H (dinitro- 2,4 phénylhydrazine) et rosit le réactif de Schiff. Quelle est la formule semi-développée de (A) ? Quelle est son nom ? (0,5 pt)

2) L'oxydation catalytique de (A) par le dioxygène ou par une solution acidulée de dichromate de potassium produit un corps (B).

- Ecris l'équation de la réaction (0,5 pt)

- Quelle est la formule semi- développée de (B) ? Quelle est son nom ? (0,5 pt)

3) (B) réagit avec un alcool (C) pour donner un corps odorant (D) de masse molaire $M = 102 \text{ g. mol}^{-1}$ et de l'eau.

- Ecris l'équation – bilan de cette réaction. (0,5 pt)

- Quels sont les noms et les formules semi-développées de (C) et (D) ? (1 pt)

4) On fait agir (B) sur le penta chlorure de phosphore (PCl_5) ou sur le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) ; on obtient un dérivé (E).

a - Quelle est sa formule semi- développée ? Quel est son nom ? (0,5 pt)

b- Écris l'équation –bilan de la réaction entre (E) et (C) au cours de laquelle se forme (D) et un autre corps. Compare cette réaction avec celle étudiée au 3°). (1 pt)

c) Parmi les corps (A), (B), (C), (D) et (E), quels sont ceux qui sont susceptibles de former une amide en réagissant avec l'ammoniac ? Donne le nom et la formule semi-développée de cette amide. (0,5 pt)

On donne : $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$



RÉPUBLIQUE DU MALI
NATIONALE

Un Peuple-Un But-Une Foi

CENTRE NATIONAL DES EXAMENS
ET CONCOURS DE L'ÉDUCATION

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE: août 2020

Série: T.S.Exp

ÉPREUVE: PHYSIQUE-CHIMIE

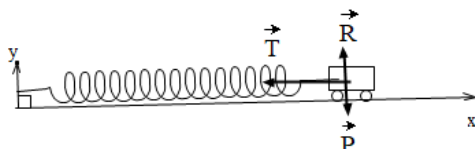
DURÉE: 3 heures

COEFFICIENT: 3

CORRIGÉ

A. PHYSIQUE : (8pts)

I. COURS : (3 pts)



- 1) a) le ressort exerce sur le solide (S) une force qui a tendance à le ramener vers sa position d'équilibre : c'est une force de rappel : $T = -kx$

Relation fondamentale de la dynamique :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\vec{T} \begin{vmatrix} T_x = -kx \\ T_y = 0 \end{vmatrix} \quad \vec{P} \begin{vmatrix} P_x = 0 \\ P_y = P \end{vmatrix} \quad \vec{R} \begin{vmatrix} R_x = 0 \\ R_y = R \end{vmatrix} \quad \vec{a} \begin{vmatrix} a_x = \frac{d^2x}{dt^2} \\ a_y = 0 \end{vmatrix}$$

La RFD donne alors :

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

$$-P + R = 0 \quad (2) \Rightarrow R = P$$

$$(1) \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \Rightarrow \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0} \text{ ou } \boxed{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$$

(équation différentielle linéaire du second ordre à coefficient constant)

b) l'étude mathématique de cette équation fournit comme solution :

$$x = a \cos(\omega t + \varphi)$$

Avec $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (pulsation propre de l'oscillateur)

La période de ce mouvement est : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

La fréquence propre de l'oscillateur est :

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

2) Propriétés des ondes électromagnétiques :

- Les ondes électromagnétiques sont transversales et polarisées
- Elles se réfléchissent sur les surfaces métalliques et subissent les phénomènes de réflexion et de diffraction
- Elles se prêtent aux expériences d'interférences

3)

- a) - Un laser (« Amplification de la lumière par émission stimulée de radiation ») est un appareil produisant un pinceau très étroit de rayonnement lumineux qui dégage une énergie assez forte pour couper, brûler ou détruire les matériaux

NB : Accepter toute définition correcte

- Un satellite géostationnaire est un satellite artificiel qui tourne dans le plan équatorial, avec la même vitesse angulaire que la terre dans le sens que la terre

b) Enoncé de la Loi Lenz :

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

A) COURS (3 pts)

	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'équation différentielle est établie et correcte	0,75 (0,25 schéma) (0,50 équation))
		L'expression de la période est correcte	0,25
		L'expression de la fréquence est correcte	0,25

2) Critères	Indicateurs	Points maximum
Réponse correcte	Les propriétés des ondes électromagnétiques sont citées	0,75 (0,25 par propriété)

3) Critères	Indicateurs	Points maximum
Réponse correcte	Définition correcte du laser et du satellite géostationnaire La loi de Lenz est correctement énoncée	0,5 (0,25 par définition) 0,50

II) Exercice :

1) - $V = 24 \text{ V}$; $I = 4,8 \text{ A}$

- $f = 50 \text{ Hz}$; $U = 110 \text{ V}$; $I = 11 \text{ A}$

a) la résistance de cette bobine est :

on sait que $V = RI$ (loi d'Ohm) $\Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{24}{4,8} = \frac{240}{48} = 5 \Omega$

$R = 5 \Omega$

b) Calcul de l'inductance :

On sait que $U = ZI \Rightarrow Z = \frac{U}{I} = \frac{110}{11} = 10 \Omega$

D'autre part pour une bobine, $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow Z^2 = R^2 + L^2\omega^2 \Rightarrow L^2\omega^2 = Z^2 - R^2$

$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2}$

AN : $L = \frac{1}{100\pi} \sqrt{(10)^2 - (5)^2} = \frac{1}{314} \sqrt{75} = 0,027 \text{ H}$

$L = 0,027 \text{ H}$

c) Calcul du nombre de spires de cette bobine :

Pour une bobine de longueur l , de diamètre d et comportant N spires, on a :

$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S \Rightarrow N^2 = \frac{L.l}{\mu_0 S} = \frac{L.l.4}{\mu_0 \pi d^2}$

$N = \frac{2}{d} \sqrt{\frac{L.l}{\mu_0 \pi}}$

AN : $N = \frac{2}{0,1} \sqrt{\frac{27.10^{-3} \times 5.10^{-1}}{4\pi.10^{-7} \times \pi}} = \frac{2 \times 10^{-2}}{10^{-1}} \times \frac{\sqrt{135}}{2.10^{-3}} = 10^2 \sqrt{135}$

$N = 1161,89 \approx 1162 \text{ spires}$

2) a) l'intensité efficace qui parcourt la bobine

$$U = ZI \Rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}$$

$$\underline{\text{AN}} : I = \frac{220}{\sqrt{25 + 27^2 \cdot 10^{-6} (800\pi)^2}} = \frac{220}{\sqrt{25 + 729 \times 6,4}} = \frac{220}{\sqrt{25 + 4665,6}} = \frac{220}{\sqrt{4690,6}} \approx 3,21 \text{ A}$$

$$\boxed{I \approx 3,21 \text{ A}}$$

b) A la résonance, on a :

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow LC\omega^2 = 1 \Rightarrow \boxed{C = \frac{1}{L\omega^2}}$$

$$\underline{\text{AN}} : C = \frac{1}{27 \cdot 10^{-3} \times 64 \cdot 10^5} = \frac{10^{-2}}{27 \times 64} = 5,78 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$C = 5,78 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 5,78 \text{ } \mu\text{F}$$

c) La ddp aux bornes du condensateur

$$U_c = Z_c I_{\max} = \frac{I_{\max}}{C\omega} = \frac{1}{C\omega} \times \frac{U}{R} = \frac{220}{5 \times 5,78 \cdot 10^{-6} \times 800\pi} = \frac{220 \cdot 10^4}{40 \times 3,14 \times 5,78}$$

$$U_c \approx 3000 \text{ V}$$

Il y a surtension aux bornes du condensateur

Exercice : (5 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	La valeur de la résistance de la bobine est correcte	0,50
b)		L'inductance est calculée et est correcte	1
c)		Le nombre de spires de la bobine est déterminé.	1,25

2	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	L'intensité efficace est déterminée	0,75
b)		La capacité du condensateur est déterminée	0,50
c)			0,75

		La tension aux bornes du condensateur est calculée et est correcte. L'observation donnée est juste	0,25
--	--	---	------

B) CHIMIE (12 pts)

I. COURS : (3,75 pts)

- On parle d'isomérisie lorsque plusieurs molécules ont la même formule brute, mais de formules développées différentes.

Ou encore : les isomères sont des molécules ayant la même formule brute mais des formules développées ou semi-développées différentes.

NB : *accepter toute définition correcte*

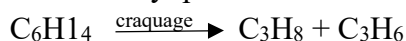
Alcanes en C₅ : C₅H₁₂

CH₃ – CH₂ – CH₂ – CH₂ – CH₃ pentane

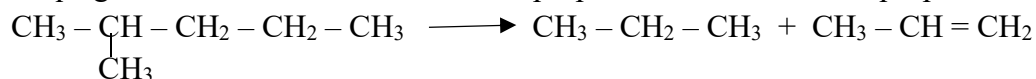
CH₃ – CH₂ – $\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ – CH₃ 2- methyl butane

$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}} - \text{CH}_3$ 2,2 dimethyl propane

- Le 2- méthyl pentane est un alcane en C₆ , soit C₆H₁₄



Ce craquage conduit donc à la formation du propane et d'un alcène : le propan-1-ène



Cet alcène ne fait pas l'objet d'une isomérisie Z/E, car un carbone de la double liaison possède deux atomes d'hydrogène (groupements identiques)

- 3) – La vitesse d'une réaction est la variation en fonction du temps du nombre de moles des réactifs ou encore du nombre de moles des produits
- Les facteurs cinétiques sont les facteurs influant sur la vitesse d'une réaction. Ces facteurs sont : la température, les concentrations, les catalyseurs, la nature des corps réagissants, de la pression en phase gazeuse, des réactions lumineuses.

NB : *considérer la réponse correcte si l'élève se limite aux trois premiers*

- Pour vérifier qu'une réaction est du 1^{er} ordre, il faut vérifier que $\ln \frac{C_0}{C}$ est une fonction linéaire du temps. Dans le cas d'une réaction du second ordre il faut : $\frac{1}{C} = f(t)$

Cours : (3,75 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'isomérisation est correctement définie La formule semi-développée et le nom de tous les alcanes en C ₅ sont correctes	0,25 0,75 (0,25 par formule et nom)

2	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'équation de craquage est correcte La justification est correcte	0,50 0,50
3	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	Définition correcte de la vitesse d'une réaction chimique	0,50
b)		Les facteurs cinétiques sont cités	0,75
c)		L'ordre de la réaction est déterminé à partir du graphique	0,25

II. EXERCICE : (3,5 pts)

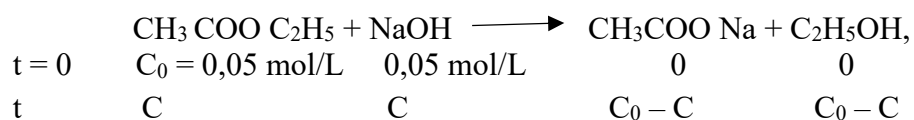


Tableau :

t (min)	2	3	4	8	10
$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	0,0335	0,0291	0,0261	0,0157	0,01485

1) Pour montrer que la réaction est du second ordre calculons à chaque instant $\frac{1}{C} = f(t)$

Il vient :

- A t = 2 min, on a :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,0335} = 29,850$$

- A t = 3 min

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,0291} = 34,364$$

- A t = 4 min

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,0261} = 38,314$$

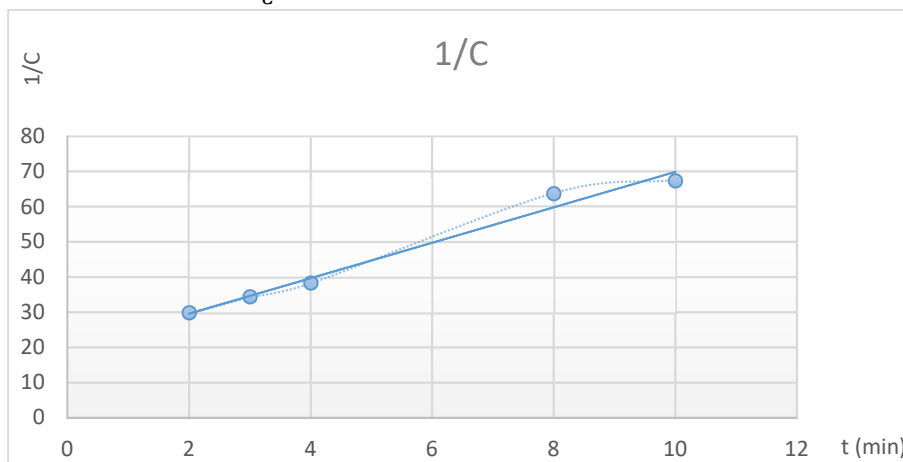
- A t = 8 min

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,0157} = 63,694$$

- A t = 10 min

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,01485} = 67,340$$

Tracé de la courbe $\frac{1}{C} = f(t)$ en fonction du temps



La courbe obtenue donne l'allure d'une droite, donc on peut affirmer que la réaction est du second ordre.

NB : Accepter la méthode par le calcul de k

2) Constante de vitesse :

La réaction étant du second ordre on a :

$$\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt \Rightarrow \boxed{k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)}$$

Par exemple pour t = 2 min, on a : $k = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0,0335} - \frac{1}{0,05} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{100}{3,35} - \frac{100}{5} \right) = 4,925$

$$\boxed{k = 4,925 \text{ L.mol}^{-1}.\text{min}^{-1}}$$

3) Le temps de demi-réaction :

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{kC_0} = \frac{1}{4,925 \times 0,05} = \frac{1}{0,246} = 4,065 \text{ min}$$

$$\boxed{t_{\frac{1}{2}} = 4,065 \text{ min}}$$

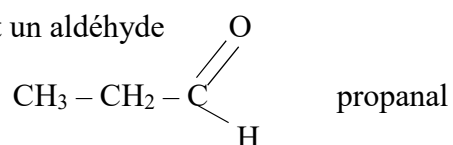
Exercice : (3,5 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	La courbe est correctement tracée et permet d'affirmer que la réaction est du second ordre	2,50
b)			0,50 (tableau) 1,50 (graphe ou valeur du tableau) 0,50 (ordre 2)

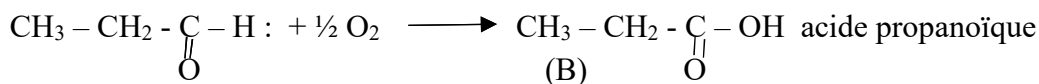
2	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	Expression correcte de la constante de vitesse	0,25
		Sa valeur est correctement déterminée	0,25
3	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	L'expression du temps de demi réaction est correcte	0,25
		La valeur du temps de demi réaction est correcte	0,25

III PROBLEME : (5,25 pts)

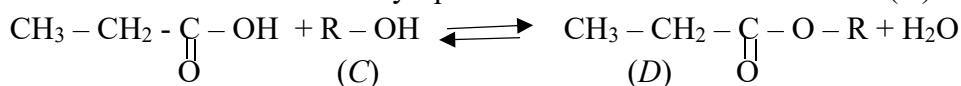
1) C_3H_6O est un aldéhyde



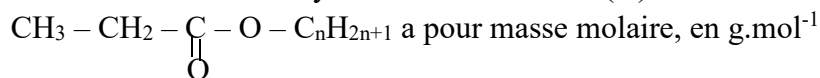
2) L'oxydation d'un aldéhyde conduit à un acide carboxylique



3) La réaction d'un acide carboxylique sur un alcool conduit à un ester (D)



Où R est un radical alkyle : - C_nH_{2n+1}. L'ester (D) est donc de formule



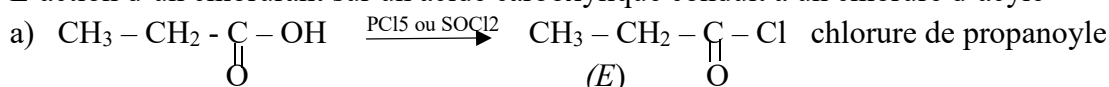
$$M = (n+3) \times 12 + (2n + 1 + 5) \times 1 + 2 \times 16 = 102$$

$$M = 14n + 74 = 102 \Rightarrow n = \frac{102-74}{14} \approx 2$$

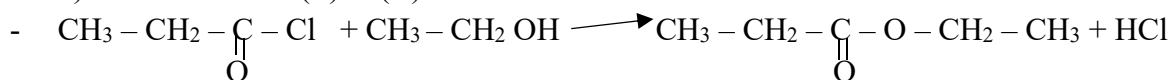
- Alcool (C) : CH₃ - CH₂ OH éthanol

- Ester (D): CH₃ - CH₂ - $\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}$ - O - CH₂ - CH₃, propanoate d'éthyle

4) L'action d'un chlorurant sur un acide carboxylique conduit à un chlorure d'acyle

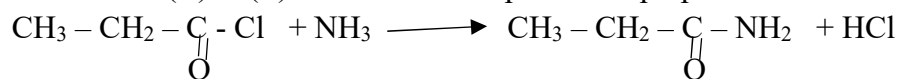


b) Réaction entre (E) et (C) :



Comme l'estérification (réaction entre (B) et (C) vue en 3), cette réaction fournit un ester. Mais l'estérification vue en 3°) est lente et limitée, et conduit à un équilibre, celle d'un chlorure d'acyle et d'un alcool est rapide et complète.

c) L'action de (B) et (E) sur l'ammoniac permet de préparer un amide



propanamide

NB : l'équation de la réaction n'est pas obligatoire

- **Problème** : (5 pts)

1	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	La formule semi développée de (A) et son nom sont correctes	0,50

2	Critères	Indicateurs	Points maximum
---	----------	-------------	----------------

	Réponse correcte	L'équation de réaction est correcte La formule semi développée et le nom de (B) sont corrects	0,50 0,50
3	Critères	Indicateurs	Points maximum
a)	Réponse correcte	L'équation –bilan de la réaction est correcte	0,50
b)		Nom et formule semi développée de (C) corrects	0,50
		Nom et formule semi développée de (D) corrects	0,50
4	Réponse correcte		
a)		La formule semi développée et le nom de (E) corrects	0,50
b)		L'équation bilan entre (C) et (E) est correcte	0,50
		La comparaison est correcte	0,50
c)		Les composés sont correctement désignés ainsi que la formule semi développée et le nom de l'amide	0,50

CENTRE NATIONAL DES EXAMENS
ET CONCOURS DE L'ÉDUCATION

INSPECTION GÉNÉRALE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE

EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : SEPTEMBRE 2020

Série : STI

ÉPREUVE : PHYSIQUE-CHIMIE

DURÉE : 4 heures

COEFFICIENT : 4

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, l'utilisation correcte des formules seront prises en compte dans l'appréciation des copies

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

I- PHYSIQUE (3 pts)

- 1) Énonce le théorème de l'énergie cinétique pour un solide en translation et donne l'expression de sa variation (1 pt)
- 2) Établis avec schéma à l'appui l'équation différentielle et l'expression de la période propre des oscillations d'un pendule pesant (2 pts)

II- CHIMIE (3 pts)

- 1) Les amines
 - a) En combien de classes les amines peuvent-elles être réparties ? (0,25 pt)
 - b) Donne les formules générales des différentes classes d'amines. (0,75 pt)
 - c) Donne un exemple de chaque classe en précisant son nom (0,75 pt)
- 2) Définis les termes ou expressions suivantes : la diastéréoisomérisation, un mélange racémique (0,5 pt)

3)

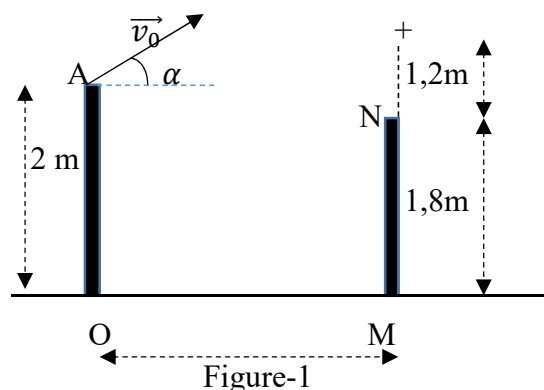
a) Définis une réaction d'ordre 2. (0,25 pt)

b) Établis la loi de transformation d'une réaction d'ordre 2 (0,5 pt)

B- EXERCICES (6 pts)

I- PHYSIQUE : Réussite d'une rentrée de touche dans un match de football

Afin de remettre le ballon en jeu, un joueur placé sur la « ligne de touche » doit le lancer à deux mains en le faisant passer au-dessus de sa tête (figure-1). Pour simplifier, on supposera que le ballon est ponctuel. Lancé dans ces conditions, le ballon quitte les mains du joueur en un point A situé à 2 m au-dessus du sol avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ faisant un angle aigu α avec l'horizontale tel que $\sin \alpha = 0,2\sqrt{5}$. On prendra $g = 10 \text{ ms}^{-2}$



- 1) Quelle vitesse initiale v_0 doit avoir le ballon pour qu'il passe à 1,20 m au-dessus d'un adversaire de taille $MN = 1,80 \text{ m}$ situé à une distance $OM = 12,0 \text{ m}$ du lanceur ? (1 pt)
- 2) A quelle distance du lanceur doit se placer l'un de ses partenaires pour recevoir le ballon à ses pieds ? (1 pt)
- 3) Calcule la durée totale du mouvement du ballon (1 pt)

II – CHIMIE : Du polymère au monomère (3 pts)

On réalise l'analyse d'un polymère obtenu par polyaddition. On constate qu'il contient, en masse : 73,2% de chlore, 24,8% de carbone, et 2% d'hydrogène.

- 1) Quelle est la composition en masse du monomère M ? (0,5 pt)
- 2) Le polymère a une masse molaire moyenne de $121\,000 \text{ g mol}^{-1}$ et un degré de polymérisation moyen de 1250. Donne la formule brute de M. (1 pt)
- 3) Indique toutes les formules développées possibles pour M. (1 pt)
- 4) Donne le motif du polymère et son nom. (0,5 pt)

On donne $M(\text{C}) = 12 \text{ g mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g mol}^{-1}$

C- PROBLÈME (8 pts)

Les parties I et II sont indépendantes et l'usage de la calculatrice non programmable est autorisé

I-Détermination des caractéristiques d'une bobine (3,5 pts)

Le flux propre à travers une bobine est égal à $\Phi_p = 4,5 \times 10^{-1} \text{ Wb}$ lorsque la bobine est parcourue par un courant de 3 A.

- 1) Quelle est l'auto-inductance de la bobine ? (0,5 pt)
- 2) Quelle est la longueur du fil constituant cette bobine sachant que cette dernière a pour longueur 40 cm ? (1 pt)
- 3) Quelle est la résistance de cette bobine ? La résistivité du métal conducteur est $\rho = 10^{-8} \Omega \cdot m$. Le diamètre du fil est 0,6 mm. (1 pt)
- 4) Une source de courant impose un courant d'intensité $i = f(t)$, à $t = 0$, $i = 0$. La f.é.m d'auto-induction qui prend naissance est constante et égale à $e = -0,09 \text{ V}$ (le sens positif est le même pour mesurer i et e). En déduis la loi horaire $i = f(t)$ (1 pt)

II- Identification d'une substance chimique (4,5 pts)

Un composé B liquide ne contient que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. L'analyse donne : %C = 66,7 ; %H = 11,1 ; % O = 22, 2

- 1) Sachant que sa densité de vapeur vaut 2,48
 - a) Détermine la formule brute du corps B (0,75 pt)
 - b) Quelques expériences réalisées avec le corps B ont permis d'établir sa structure :
 - i) Si on verse quelques gouttes du corps B dans un tube contenant la DNPH on obtient un précipité jaune. Donne les formules semi-développées du liquide B. Précise les noms et les fonctions auxquelles elles appartiennent. (2,25 pts)
 - ii) Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B. A quelle famille appartient le composé ? Précise les formules développées qui conviennent (0,5 pt)
- 2) Le corps B est en fait un isomère à chaîne ramifiée
 - a) Indique la formule semi-développée et le nom du corps C obtenu dans la réaction de B avec la solution du dichromate de potassium (0,5 pt)
 - b) Écris l'équation de la réaction. (0,5 pt)

CENTRE NATIONAL DES EXAMENS
ET CONCOURS DE L'ÉDUCATION

INSPECTION GÉNÉRALE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE

CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : SETEMBRE 2020

Série : STI

ÉPREUVE : PHYSIQUE-CHIMIE

DURÉE : 4 heures

COEFFICIENT : 4

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

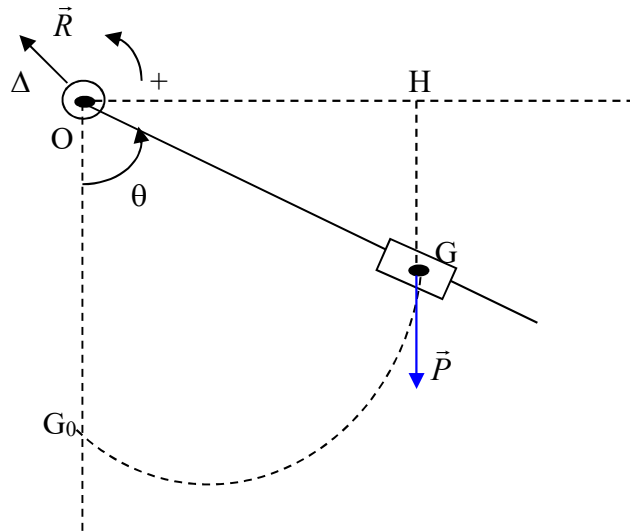
I- PHYSIQUE (3 pts)

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 des travaux des forces extérieures appliquées pendant la durée de la variation.

Expression de sa variation

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \sum W_{12}(\vec{F}_{ext})$$

2) Établissement de l'équation différentielle d'un pendule pesant



Repérons le solide par l'élongation angulaire θ , comptée à partir de la position d'équilibre stable : $\theta = (OG_0, OG)$

Le solide est soumis à deux actions : l'action de la Terre représentée par la force $\vec{P}$, l'action de l'axe assimilable s'il n'y a pas de frottements à une force $\vec{R}$, s'appliquant sur l'axe.

Écrivons la relation fondamentale de la dynamique de rotation :

$$M/\Delta \quad M_{\vec{P}} + M_{\vec{R}} = J\ddot{\theta}$$

J = moment d'inertie, $\ddot{\theta}$ = l'accélération angulaire,

$$|M_P| = POH = mgOG|\sin \theta|$$

$|\theta|$ étant un angle inférieur à π rad, $\sin\theta$ et θ ont le même signe.

Lorsque $\theta > 0 \Rightarrow \sin\theta > 0 \quad M_{\vec{P}} < 0$; $\theta < 0 \Rightarrow \sin\theta < 0 \quad M_{\vec{P}} > 0$. Ainsi $\sin\theta$ et $M_{\vec{P}}$ sont toujours de signes contraires :

$$M_{\vec{P}} = -mgOG \sin \theta$$

$$\vec{R} \text{ s'appliquant sur l'axe } M_{\vec{R}} = 0$$

$$\text{Finalement on obtient : } -mgOG \sin \theta = J\ddot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{mgOG}{J} \sin \theta = 0$$

$$\text{En notant } OG = l ; \text{ on a : } \ddot{\theta} + \frac{mgl}{J} \sin \theta = 0$$

Pour θ faible $\sin \theta \approx \theta \Rightarrow \boxed{\ddot{\theta} + \frac{mgl}{J} \theta = 0}$

L'expression de la période propre

Posons $\omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{J}}$

Établissement de la période propre

Par définition $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{mgl}{J}}} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}}$

$$\boxed{T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}}}$$

NB : Acceptez toute autre démonstration conduisant au même résultat.

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

I- PHYSIQUE (3 pts)

1) Énoncé	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	• Énoncé correct du théorème de l'énergie cinétique	0,5
		• Expression correcte de la variation de l'énergie cinétique	0,5

2) Établissement de d'expressions	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	• Schéma correct	0,25
		• Établissement correct de l'équation différentielle	1
		• Établissement correct de l'expression de la période propre	0,75

II- CHIMIE (3 pts)

1)

a) Les amines sont réparties en trois classes

b) Les formules générales des différentes classes

Les amines primaires : $R-NH_2$

Les amines secondaires : $R-NH-R'$

Les amines tertiaires : $\begin{array}{c} \text{R}-\text{N}-\text{R}' \\ | \\ \text{R}'' \end{array}$

R ; R' ; R'' sont des radicaux alkyles ou aryles

c) Un exemple de chaque classe en précisant son nom

- Amine primaire: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ propanamine 1
- Amine secondaire: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-NH-CH}_3$ N-méthyléthylamine
- Amine tertiaire: $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-N-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ N, N-diméthyl-propanamine

2) Définition des termes suivants :

- La diastéréoisomérisation : La diastéréoisomérisation est l'étude de molécules qui ont le même enchaînement d'atomes, mais qui ne sont ni superposables, ni image l'une de l'autre dans un miroir.
- Un mélange racémique : C'est un mélange en quantités égales de deux énantiomères d'une même molécule chirale

3)

a) Définition d'une réaction d'ordre 2

Une réaction d'ordre 2 est une réaction du type :



b) Établissons sa loi de transformation



La vitesse de disparition du constituant A est par définition :

$$v = -\frac{dC}{dt}$$

Si k est la constante de vitesse, la vitesse de disparition de A peut s'écrire :

$$v = kC^2$$

En égalisant ces deux équations on obtient :

$$-\frac{dC}{dt} = kC^2 \Leftrightarrow -\frac{dC}{C^2} = kdt$$

Cette équation différentielle admet comme solution :

$$\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt$$

NB : Admettez toute autre définition correcte de la réaction d'ordre 2

II- CHIMIE (3 pts)

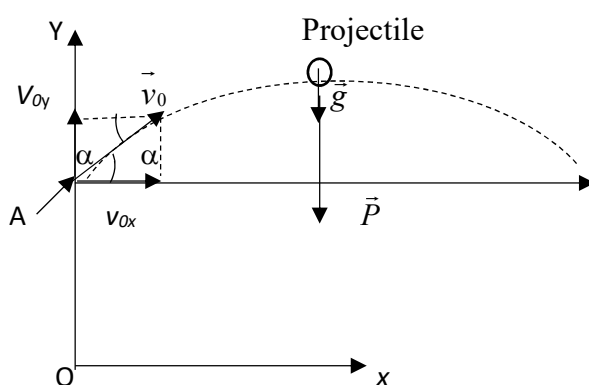
1)	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	Réponse correcte pour les trois classes d'amines	0,25
		Les formules générales des différentes classes sont correctes	0,75 (soit 0,25 par classe)
		L'exemple de chaque classe et le nom sont corrects	0,75 (soit 0,25/exemple/nom)

1) Définitions	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	Définition correcte de la diastéréoisomérisation	0,25
		Définition correcte d'un mélange racémique	0,25

3) Établissement	Critères	Indicateurs	Points maximum
	Réponse correcte	Définition correcte d'une réaction d'ordre 2	0,25
		Établissement correct de sa loi de transformation	0,50

B- EXERCICES (6 pts)

I- PHYSIQUE (3 pts)



1) La vitesse initiale v_0

Dans le repère terrestre, le ballon, lancé à la vitesse $\vec{v}_0$, est soumis à son poids $\vec{P}$ vertical.

- État initial

À $t = 0$, le projectile part de A $x_0 = 0$, $y_0 = 2$ m

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

- À t quelconque, le vecteur accélération est donné par la relation fondamentale de la dynamique :

$$\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{P}}{m} = \frac{m\vec{g}}{m} = \vec{g} = cte = \vec{a}$$

- Dans le repère Ox, Oy :

$$\begin{cases} a_x = 0 \quad (\vec{g} \perp Ox) \\ a_y = -g \quad (\vec{g} // Oy) \end{cases}$$

En intégrant nous obtenons

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = cte = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_{0z} = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

En intégrant de nouveau on aura :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin \alpha + y_0 \end{cases}$$

En éliminant t entre les équations paramétriques on obtient l'équation cartésienne

$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$. En remplaçant t dans l'expression de y on a :

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha + y_0 \quad (1)$$

Données : $y = 1,8 + 1,2 = 3 \text{ m}$; $x = 12 \text{ m}$; $\sin \alpha = 0,2\sqrt{5} = 0,45 \Leftrightarrow \alpha = 26,74^\circ$;

$\tan \alpha = 0,50$; $\cos \alpha = 0,89$; $g = 10 \text{ SI}$

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + y_0 + x \tan \alpha \Leftrightarrow -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 = y - y_0 - x \tan \alpha$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{-gx^2}{2\cos^2 \alpha (y - y_0 - x \tan \alpha)}}$$

En remplaçant les lettres par leurs valeurs dans l'équation (1) on trouve :

$$v_0 = 13,48 \text{ m/s}$$

2) La distance entre lanceur et partenaire pour que le ballon soit reçu

Pour que le partenaire reçoive le ballon à ses pieds il faut que $y = 0$ et on trouve x

En remplaçant les lettres par leurs valeurs on aboutit à l'équation du second degré :

$$-0,034x^2 + 0,50x + 2 = 0$$

En résolvant cette équation on trouve

$$x_1 = 17,95 \text{ m} \text{ et } x_2 = -3,2 \text{ m (valeur erronée à rejeter)}$$

$$x_1 = 17,95 \text{ m}$$

3) La durée totale du mouvement du ballon

$$x = v_0 t \cos \alpha \Leftrightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$t = \frac{17,95}{13 \times 0,89} = 1,47 \text{ s}$$

$$t = 1,47 \text{ s}$$

B- EXERCICES (6 pts)

I- PHYSIQUE : (3 pts)

Réussite d'une rentrée de touche dans un match de football	Critères	Indicateurs		Points maximum
1)	Réponse correcte	a)	• Expression correcte de la vitesse initiale	0,50
			• Calcul de la vitesse initiale exact	0,25
			• Unité correcte de la vitesse initiale	0,25
2)	Réponse correcte	• Raisonnement correct		0,50
		• Valeur numérique de la distance exacte		0,25
		• Unité de la distance correcte		0,25
3)	Réponse correcte	Expression, valeur numérique, unité		1 (0,5+0,25+0,25)

II- CHIMIE (3 pts)

1) Le monomère et le polymère de polyaddition ont la même composition c'est-à-dire : 73,2% de chlore, 24,8% de carbone, et 2% d'hydrogène

2) Donnons la formule brute de M

Calculons sa masse molaire moléculaire

$$M_{\text{molaire}} = \frac{121000}{1250} = 96,8 \text{ g/mol}$$

Soit $C_xH_yCl_z$ la formule du monomère M. On a :

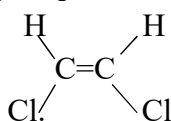
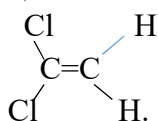
$$\frac{12x}{24,8} = \frac{y}{2} = \frac{35,5z}{73,2} = \frac{96,8}{100} \Leftrightarrow$$
$$x = \frac{96,8 \times 24,8}{12 \times 100} = 2$$

$$y = \frac{96,8 \times 2}{100} = 1,93 = 2$$

$$z = \frac{96,8 \times 73,2}{35,5 \times 100} = 1,99 = 2$$

La formule brute du monomère est donc : $C_2H_2Cl_2$

3) Les formules développées possibles pour M



4) Donnons le motif du polymère et son nom.

-CCl₂-CH₂- ou -CHCl-CHCl polychlorure de vinyldène

II- CHIMIE (3 pts)

Du polymère au monomère	Critères	Indicateurs	Points maximum
1)	Réponse correcte	La composition du monomère est correcte	0,5
2)	Réponse correcte	La formule brute de M est correcte	1
3)	Réponse correcte	les formules développées possibles pour M sont correctes	1
4)	Réponse correcte	Un motif est correct	0,5

C- PROBLÈME (8 pts)

I-Détermination des caractéristiques d'une bobine (3,5 pts)

1) L'auto-inductance de la bobine

Par définition

$$\phi_P = LI \Leftrightarrow L = \frac{\phi_P}{I} = \frac{4,5 \times 10^{-1}}{3} = 1,5 \times 10^{-1} H$$

$$L = \frac{\phi_P}{I}$$

Application numérique :

$$L = \frac{4,5 \times 10^{-1}}{3} = 1,5 \times 10^{-1} H$$

$$L = 1,5 \times 10^{-1} H$$

2) La longueur du fil constituant cette bobine

L'auto inductance L est donnée par la formule

$$L = \mu_0 \frac{BS_B N^2}{l_B}; \text{ avec } \mu_0 \text{ la perméabilité magnétique du vide, } N \text{ le nombre de spires, } S_B$$

la surface de la bobine de rayon r_B et de longueur l_B .

Le nombre de spires $N = \frac{l_f}{2\pi r_B}$; avec l_f la longueur du fil

$$\text{Alors } L = \mu_0 \frac{l_f^2 \pi r_B^2}{l_B 4\pi^2 r_B^2} = \mu_0 \frac{l_f^2}{4\pi l_B} \Leftrightarrow l_f = \sqrt{\frac{L \times 4\pi l_B}{\mu_0}}$$

$$l_f = \sqrt{\frac{L \times 4\pi l_B}{\mu_0}}$$

Application numérique :

$$l_f = \sqrt{\frac{4 \times 3,14 \times 0,4 \times 0,15}{4 \times 3,14 \times 10^{-7}}} = \sqrt{6 \times 10^6} = 774,60 m$$

$$l_f = 774,60 m$$

3) La résistance de cette bobine

Par définition

$$R = \rho \frac{l_f}{S_f}; \text{ avec } S_f \text{ la surface du fil}$$

$$\text{D'où : } R = \rho \frac{l_f}{S_f} = 10^{-8} \frac{774,6}{3,14 \times (0,3 \times 10^{-3})^2} = 27,40 \Omega$$

$$R = 27,40\Omega$$

4) En déduisons la loi horaire $i = f(t)$

$$e = -L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{e}{L} \Leftrightarrow i = -\int \frac{e}{L} dt + Cte \Leftrightarrow i = -\frac{e}{L}t + Cte$$

A $t = 0$; $i = 0 \Rightarrow Cte = 0$ d'où

$$i = -\frac{e}{L}t = +\frac{0,09}{1,5 \times 10^{-1}}t = 0,6t$$

$$i = 0,6t$$

PROBLÈME (8 pts)

I- Détermination des caractéristiques d'une bobine (3,5 pts)

I- Détermination des caractéristiques d'une bobine	Critères	Indicateurs	Points maximum
1)	Réponse correcte	• Expression correcte de l'auto-inductance	0,25
		• Calcul et unité de l'auto-inductance corrects	0,25
2)	Réponse correcte	• Expression correcte de la longueur du fil constituant cette bobine	0,5
		• Valeur numérique de la longueur du fil exacte	0,25
		• Unité de la longueur du fil correcte	0,25
3)	Réponse correcte	• Expression correcte de la résistance du fil	0,5
		• Valeur numérique de la résistance exacte	0,25
		• Unité de la résistance correcte	0,25
4)	Réponse correcte	Expression correcte de la loi horaire	1

II- Identification d'une substance chimique (4,5 pts)

1)

a) Déterminons la formule brute de B

Soit $C_xH_yO_z$, la formule brute du liquide B de masse molaire M on a :

$$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{M}{100} \text{ (Loi des proportions)}$$

Avec $M = 29$ d = $29 \times 2,48 = 71,92 \text{ g/mol} \approx 72 \text{ g}$ on tire :

$$x = 3,99 \approx 4$$

$$y = 7,98 \approx 8$$

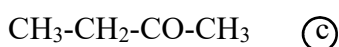
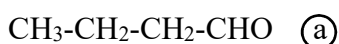
$$z = 0,99 \approx 1$$

D'où la formule brute du corps est : C_4H_8O

b)

i) Donnons les formules semi-développées du liquide B

$B + DNPH \longrightarrow$ précipité jaune $\Rightarrow B$ est un aldéhyde ou une cétone. D'où les formules semi-développées.



Leurs noms et fonctions auxquels ils appartiennent

(a) : butanal; fonction aldéhyde

(b) : 2- méthyl propanal; fonction aldéhyde

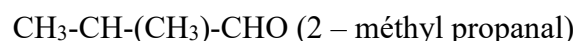
(c) : butan-2-one; fonction cétone

ii) $B +$ solution de bichromate de potassium en milieu acide : le test positif montre que B est un aldéhyde et non une cétone. Les formules semi-développées qui conviennent sont :



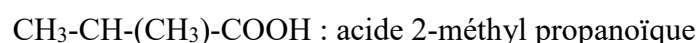
2)

a) Le corps B étant un isomère à chaîne ramifiée, sa formule ne peut être que :

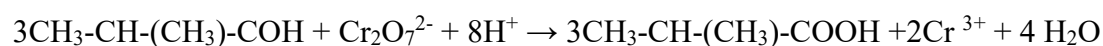
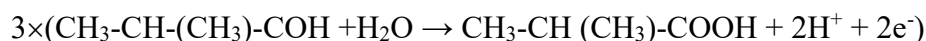
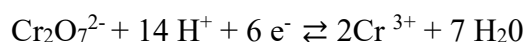


Son oxydation conduit au corps C. L'oxydation d'un aldéhyde conduit à un acide carboxylique.

Donnons la formule semi-développée et le nom du corps C.



b) L'équation de la réaction



II- Identification d'une substance chimique (4,5 pts)

II- Identification d'une substance chimique	Critères	Indicateurs		Points maximum
1)	Réponse correcte	a)	La formule brute est correcte	0,75 (soit 0,25/coefficient correct)
		b)	i) Les formules semi-développées, les noms et les fonctions auxquelles elles appartiennent sont correctes	2,25 (soit 0,75/ (formule + nom + fonction))
			ii) Les formules semi-développées qui conviennent sont bien identifiées	0,5 (soit 0,25/ formule)
2)	Réponse correcte	a)	La formule semi-développée et le nom du corps C sont bien indiqués	0,5
		b)	L'écriture de l'équation de la réaction est correcte	0,5