


RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2020	Session principale	
	 Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3

ϐ ϐ ϐ ϐ ϐ ϐ

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1 sur 4 à 4 sur 4.

C H I M I E (7 points)

Exercice 1 (3,75 points) :

Toutes les solutions sont prises à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On dispose d'une solution aqueuse (S_1) d'acide méthanoïque HCOOH de concentration molaire $C_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH}_1 = 2,55$ et d'une solution aqueuse (S_2) d'acide lactique $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ de concentration molaire C_2 .

1) a- Calculer la concentration molaire des ions hydronium H_3O^+ dans la solution (S_1) et en déduire que l'acide méthanoïque est faible.

b- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique noté y , relatif à la réaction de l'acide HCOOH avec l'eau.

c- c₁- Donner l'expression de la constante d'acidité K_{a_1} du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ et en déduire qu'elle

s'écrit sous la forme : $K_{a_1} = \frac{10^{-2\text{pH}_1}}{C_1 - 10^{-\text{pH}_1}}$.

c₂- Calculer la valeur de K_{a_1} , puis celle de $\text{p}K_{a_1}$, relative au couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$.

2) On prélève un volume $V = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_2) d'acide lactique, on y ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration molaire $C_B = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. À l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium ajoutée.

Les mesures effectuées ont permis de tracer la courbe de la figure-1.

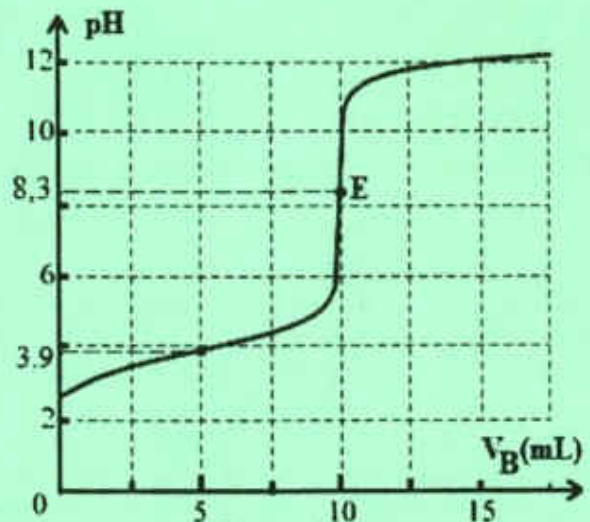


figure-1

a- En exploitant cette courbe :

- justifier que l'acide lactique est un acide faible,
- déterminer la valeur de la concentration C_2 ,
- préciser en le justifiant, la valeur du $\text{p}K_{a_2}$ relative au couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$.

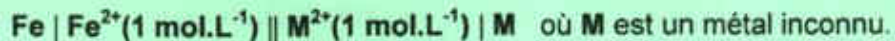
b- Justifier que l'acide méthanoïque est plus fort que l'acide lactique.

3) Indiquer, en se référant au tableau ci-dessous, l'indicateur coloré le plus approprié à ce dosage. Justifier la réponse.

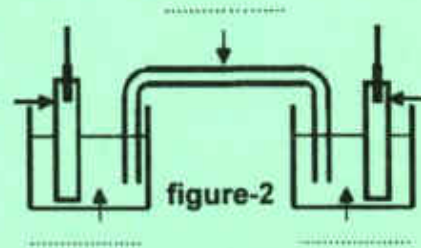
Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,1 - 4,4
Phénolphaléine	8,2 - 10,0
Jaune d'alizarine	10,1 - 12,1

Exercice 2 (3,25 points) :

On réalise, à la température 25°C, la pile électrochimique (P) symbolisée par :



La mesure de la fem initiale E_i de cette pile donne 0,04 V.
La figure-2 représente le schéma incomplet de la pile (P).



1) a- Compléter, après avoir reproduit la figure-2, le schéma de cette pile (P).

b- Écrire l'équation chimique associée à cette pile (P).

2) a- Justifier que la valeur de la fem standard E° de la pile (P) est égal à E_i .

b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P).

3) a- Écrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite du courant dans un circuit extérieur.

b- Écrire l'expression de la constante d'équilibre K. En déduire que l'avancement volumique $y_{\text{éq}}$, lorsque la pile (P) cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur, s'écrit sous la forme :

$y_{\text{éq}} = \frac{K-1}{K+1}$. On suppose que les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments de

la pile sont égaux et restent inchangés au cours de la réaction.

4) En s'appuyant sur le tableau ci-dessous, déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^\circ$ puis identifier le métal M.

Couples redox	Cd ²⁺ /Cd	Cu ²⁺ /Cu	Fe ²⁺ /Fe
Potentiels standards E° (V)	-0,40	0,34	-0,44

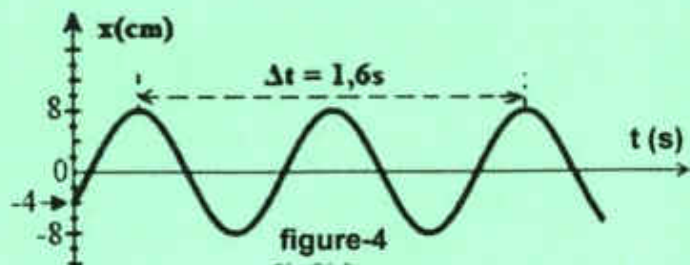
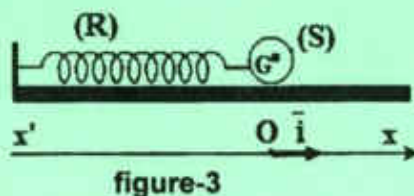
PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5,25 points) :

Un pendule élastique est constitué comme l'indique la figure-3 d'un solide (S), supposé ponctuel, de masse $m = 240 \text{ g}$ et de centre d'inertie G, attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k. L'autre extrémité du ressort étant fixe.

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère (O, \vec{i}) de l'axe $x'x$ porté par l'horizontale. On désigne par $x(t)$ l'abscisse de G à un instant de date t dans ce repère et par $v(t)$ sa vitesse à cet instant.

I- On écarte (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point M_0 d'abscisse x_0 puis on l'abandonne, à l'instant $t = 0 \text{ s}$, avec une vitesse initiale de valeur v_0 . Le solide (S) effectue alors des oscillations autour de sa position d'équilibre. La courbe qui traduit l'évolution de l'abscisse x au cours du temps est donnée par la figure-4.



1) Préciser si les oscillations de G sont libres amorties, libres non amorties ou bien forcées. Justifier.

2) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit les oscillations de G s'écrit : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0$

avec ω_0 une constante que l'on exprimera en fonction de k et m.

b- L'équation différentielle précédente admet comme solution : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$.

En exploitant la courbe de la **figure-4**, déterminer la valeur X_m de l'amplitude des oscillations de G , la valeur T_0 de la période propre et la valeur φ_x de la phase initiale du mouvement de (S) .

c- Déduire la valeur de k . On prendra $\pi^2 = 10$.

3) a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système $\{(S), (R)\}$ en fonction de k , m , x et v .

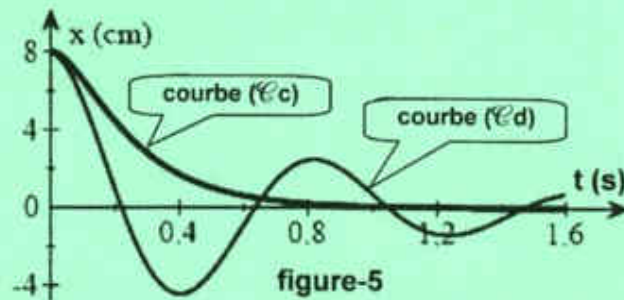
b- Montrer que l'énergie mécanique E de ce système est constante puis calculer sa valeur.

c- Déterminer la valeur de v_0 .

II- À l'aide d'un dispositif approprié, on soumet le solide (S) à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$ où h est le coefficient de frottement. On écarte (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point d'abscisse X_m puis on l'abandonne, à l'instant $t = 0$ s, sans vitesse initiale. Les deux courbes $(\mathcal{C}c)$ et $(\mathcal{C}d)$ de la **figure-5** représentent l'évolution au cours du temps de l'élongation x de G pour deux valeurs du coefficient de frottement h_1 et h_2 telles que $h_1 < h_2$.

1) Nommer le régime d'oscillation correspondant à chacune des courbes $(\mathcal{C}c)$ et $(\mathcal{C}d)$.

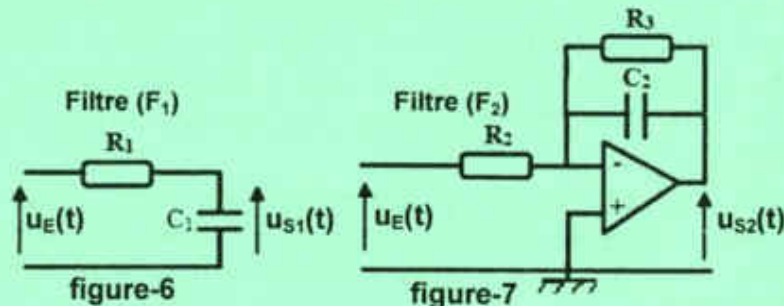
2) Préciser lequel des coefficients h_1 ou h_2 correspond à la courbe $(\mathcal{C}d)$ de la **figure-5**. Justifier.



Exercice 2 (5,25 points) :

À l'aide d'un amplificateur opérationnel idéal, d'un condensateur de capacité $C_1 = 0,5 \mu\text{F}$, d'un autre condensateur de capacité C_2 , de trois conducteurs ohmiques de résistances R_1 , R_2 et R_3 (avec $R_3 = 2R_1$), d'un générateur de tension symétrique $\pm 15\text{V}$ pour polariser l'amplificateur et des fils conducteurs, on réalise deux filtres électriques passe-bas (F_1) et (F_2) .

Le filtre (F_1) est schématisé par le circuit de la **figure-6** alors que le filtre (F_2) est schématisé par le circuit de la **figure-7**.



L'entrée de chacun de ces deux filtres est alimentée par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable. Les deux tensions de sorties $u_{S1}(t)$ et $u_{S2}(t)$ respectivement des filtres (F_1) et (F_2) sont sinusoïdales de même fréquence N que $u_E(t)$ et d'amplitudes respectives U_{S1m} et U_{S2m} .

Pour une tension maximale donnée U_{Em} , on fait varier la fréquence N du (GBF) et on mesure U_{S1m} et U_{S2m} pour chaque valeur de la fréquence N .

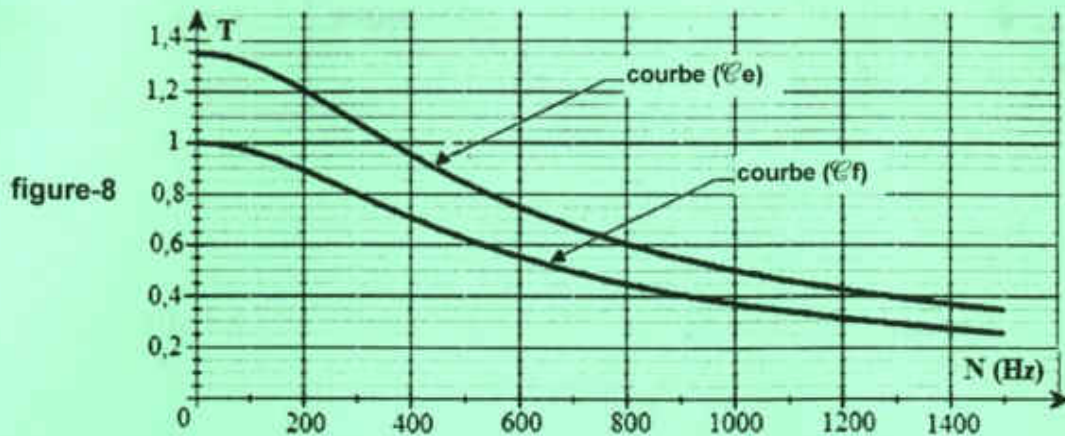
Ces mesures ont permis de tracer les deux courbes $(\mathcal{C}e)$ et $(\mathcal{C}f)$ de la **figure-8** traduisant l'évolution des transmittances $T_1 = \frac{U_{S1m}}{U_{Em}}$ et $T_2 = \frac{U_{S2m}}{U_{Em}}$ respectivement des deux filtres (F_1) et (F_2) en

fonction de la fréquence N . On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance T vérifie la

condition : $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$ où T_0 est la valeur maximale de T .

1) Définir un filtre électrique.

2) Identifier, parmi les courbes (C_e) et (C_f), celle qui correspond à l'évolution de la transmittance T₂ du filtre (F₂). Justifier.



3) Déterminer graphiquement les valeurs :

a- des transmittances maximales T₀₁ et T₀₂ respectivement des filtres (F₁) et (F₂).

b- des fréquences de coupures N_{C1} et N_{C2} respectivement des filtres (F₁) et (F₂).

4) On donne les deux expressions des transmittances T₁ et T₂ respectivement des filtres (F₁) et (F₂) :

$$T_1 = \frac{1}{\sqrt{1+(2\pi NR_1C_1)^2}} \quad ; \quad T_2 = \frac{R_3}{R_2\sqrt{1+(2\pi NR_3C_2)^2}}$$

a- Montrer que la fréquence de coupure N_{C1} du filtre (F₁) s'écrit sous la forme : $N_{C1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ En

déduire la valeur de la résistance R₁.

b- Donner l'expression de T₀₂ puis en déduire la valeur de la résistance R₂.

c- Déterminer l'expression de la fréquence de coupure N_{C2} de (F₂). En déduire la valeur de C₂.

5) On applique à l'entrée du filtre (F₂) une tension alternative sinusoïdale $u_E(t) = 2 \sin(400\pi t)$, u_E étant en volt et t en seconde. Indiquer en le justifiant si cette tension sera transmise ou non.

Déterminer la valeur maximale U_{s2m} de la tension de sortie.

Exercice 3 (2,5 points) : Étude d'un document scientifique

L'induction électromagnétique

La loi de Lenz-Faraday traite les grandeurs électriques variables au cours du temps. Cette loi indique que toute variation temporelle du champ magnétique dans un circuit crée une force électromotrice induite (fem) et que dans le cas où le circuit est fermé, un courant induit circule dans celui-ci. Les phénomènes d'induction électromagnétique sont utilisés pour la production d'énergie électrique.

Dans les alternateurs, la (fem) produite est alternative. Un alternateur est constitué de deux éléments : une bobine fixe et un aimant tournant, source de champ magnétique variable. L'aimant en mouvement de rotation fait naître une (fem) aux bornes de la bobine située à proximité.

Dans les microphones électrodynamiques, les vibrations sonores provoquent la translation d'une membrane solidairement reliée à une bobine et se déplaçant aux alentours d'un aimant. Lors de la translation de la bobine, celle-ci s'approche puis s'éloigne de l'un des pôles de l'aimant (nord ou sud). Le signe de la (fem) produite dans la bobine dépend du mouvement d'approche ou d'éloignement de l'aimant. La (fem) induite reproduit fidèlement les vibrations sonores.

D'après Jean-Marie Donnini (Encyclopédie universalis)

Questions :

1) En se référant au texte, donner la définition du phénomène d'induction électromagnétique.

2) Dans le cas de l'alternateur, préciser l'inducteur et l'induit.

3) Le microphone convertit une onde sonore en un signal électrique. Indiquer s'il y a conversion d'énergie mécanique en énergie électrique ou inversement.

4) Préciser de quoi dépend le signe de la tension produite aux bornes de la bobine.