

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session de contrôle	2024
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques	
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3	

N° d'inscription

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1 sur 5 à 5 sur 5.
La page 5 sur 5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

CHIMIE (7 points)

Exercice n°1 (3,75 points)

On se propose d'étudier expérimentalement la réaction d'estérification de l'acide méthanoïque HCOOH et de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. On dispose d'une série de tubes à essai propres et secs équipés de réfrigérants à air, on introduit dans chacun des tubes n_1 mol d'acide méthanoïque et n_2 mol d'éthanol en phase liquide, en présence d'un catalyseur approprié.

À un instant $t = 0$, on place les tubes dans un bain marie porté à une température constante. À des différents instants de date t , on retire l'un des tubes et on bloque la réaction par un procédé adéquat. Ensuite, on ajoute quelques gouttes d'un indicateur coloré approprié et on dose l'acide restant par une solution aqueuse de soude NaOH de concentration molaire $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. Les mesures effectuées ont permis de dresser le tableau descriptif d'évolution du système dans chaque tube, où x désigne l'avancement de la réaction à un instant t et x_f son avancement final.

équation de la réaction		$\text{HCOOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{HCOOC}_2\text{H}_5$			
état du système	Avancement	$n(\text{HCOOH})$	$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$	$n(\text{H}_2\text{O})$	$n(\text{HCOOC}_2\text{H}_5)$
état initial	0	n_1	n_2	0	0
état intermédiaire ($t=30 \text{ min}$)	x	$1,400 \cdot 10^{-2}$	$0,400 \cdot 10^{-2}$	$0,600 \cdot 10^{-2}$	$0,600 \cdot 10^{-2}$
état final	x_f	$1,155 \cdot 10^{-2}$	$0,155 \cdot 10^{-2}$	x_f	x_f

1) Préciser le rôle :

- a- du réfrigérant à air ;
- b- de l'indicateur coloré.

2) En exploitant le tableau d'avancement descriptif d'évolution du système :

- a- citer en le justifiant deux caractères de la réaction d'estérification ;
- b- vérifier que $n_1 = 2,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et $n_2 = 1,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$;
- c- déterminer :
 - l'avancement final x_f de la réaction ;
 - le volume V_{BE} de la solution de soude ajouté à l'équivalence, lorsque l'équilibre est atteint.

3) a- Calculer le taux d'avancement τ_f de la réaction étudiée.

b- Vérifier que la constante d'équilibre relative à la réaction d'estérification s'écrit sous la forme :

$$K = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)(2 - \tau_f)}. \text{ Calculer sa valeur.}$$

Exercice n°2 (3,25 points)

On se propose d'étudier les deux dispositifs représentés sur la **figure 1**, de la **page annexe** (numérotée 5 sur 5) à remplir et à rendre avec la copie.

Etude du dispositif 1 : Pile

1) Dans les deux compartiments, les deux solutions sont de même concentration initiale :

$$[\text{Cu}^{2+}]_0 = [\text{Ni}^{2+}]_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

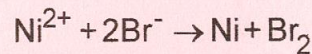
- Ecrire l'équation de la réaction chimique associée à ce dispositif.
- La force électromotrice initiale du dispositif 1 est $E = 0,60 \text{ V}$.
 - Ecrire l'équation de la réaction quand la pile débite.
 - Montrer que cette réaction est pratiquement totale.
- Justifier que ce dispositif ne permet pas de produire du nickel solide.

Etude du dispositif 2 : Electrolyseur

On ferme l'interrupteur **K**, le générateur **G** délivre un courant continu d'intensité **I**. Il se forme :

- une mince couche grisâtre de nickel sur la statuette ;
- un gaz brun de dibrome au niveau de l'électrode de graphite.

La transformation qui se produit dans le milieu réactionnel est modélisée par l'équation :



- Ecrire l'équation de la transformation ayant lieu au niveau de chaque électrode.
 - Indiquer la polarité du générateur sur la **figure 1 de la page annexe** (numérotée 5 sur 5).
- Compléter le tableau de la **page annexe** (numérotée 5 sur 5), en mettant une croix (x) dans la case qui convient.

Physique (13 points)

Exercice n°1 (5,5 points)

Un solide (S), de masse **m**, est attaché à l'extrémité libre d'un ressort horizontal, à spires non jointives, de raideur $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$ et de masse négligeable (**figure 2**).

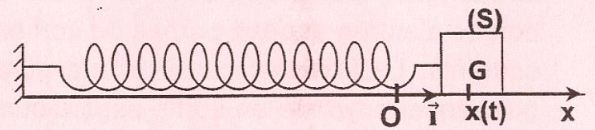


Figure 2

On étudie le mouvement de (S) relativement à un repère (O, \vec{i}), supposé galiléen, dont l'origine O coïncide avec la position d'équilibre du centre d'inertie G de (S).

On écarte G de sa position d'équilibre O jusqu'à une abscisse x_0 et on le lâche à la date $t = 0$.

Lors de son mouvement, le solide est soumis à des forces de frottements équivalentes à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$ où **h** est le coefficient de frottement et \vec{v} le vecteur vitesse de G.

L'enregistrement des variations de l'élongation $x(t)$ est représenté sur la **figure 3**.

Le plan de référence de l'énergie potentielle de pesanteur coïncide avec le plan horizontal passant par (O, \vec{i}).

1) a- Justifier la qualification des oscillations de (S) par les termes **libres** et **amorties**.

b- En assimilant la pseudo période **T** à la période propre T_0 de l'oscillateur, déterminer sa fréquence propre N_0 .

c- Déduire la masse **m** du solide.

2) Soient E_0 et E_1 , les énergies mécaniques du système (oscillateur-terre) respectivement aux instants de dates $t_0 = 0$ et $t_1 = 1,5 \text{ s}$, on note X_0 et X_1 , les élongations de G respectives à ces deux instants.

a-Etablir l'expression de E_0 et celle de E_1 en fonction de **k** et X_0 ou X_1 .

b-Déterminer la quantité d'énergie dissipée entre les deux instants t_0 et t_1 .

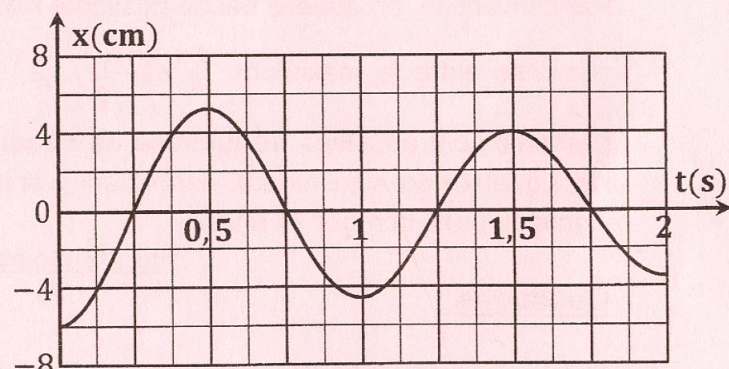


Figure 3

3) Pour entretenir les oscillations de (**S**), on le soumet à un excitateur qui lui transmet une force excitatrice $\vec{F} = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$, où F_m est sa valeur maximale et N sa fréquence.

En régime permanent, l'équation horaire du mouvement de (**S**) est de la forme ,

$$\mathbf{x}(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x), \text{ où } \varphi_x \text{ est la phase initiale des élongations de } \mathbf{G}.$$

Un système d'acquisition permet de tracer les courbes d'évolution, au cours du temps, de la valeur algébrique de la force excitatrice $F(t)$ et celle de l'élongation $x(t)$. Pour une valeur N_1 de N , on obtient les chronogrammes de la **figure 4**.

a- Identifier chacune des deux courbes (**A**) et (**B**).

b- Déterminer graphiquement le déphasage entre $F(t)$ et $x(t)$.

c- En faisant recours à l'analogie formelle électrique-mécanique :

- déduire que l'oscillateur est en état de résonance de vitesse.

- Exprimer h en fonction de F_m et de V_{m0} ,

où V_{m0} est la valeur maximale de la vitesse à la résonance de vitesse. Calculer la valeur de h .

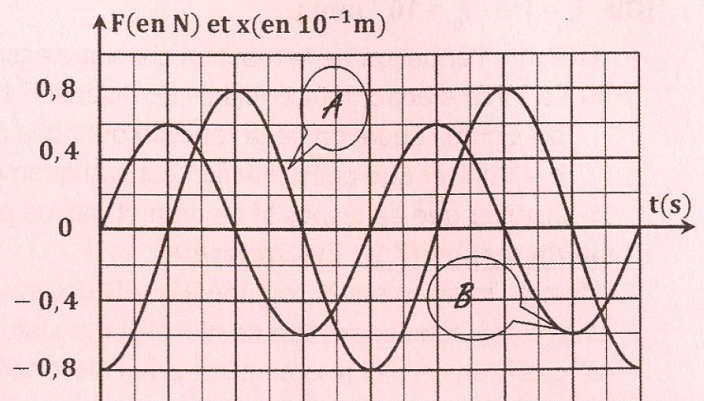


Figure 4

Exercice n°2 (3 points) Étude d'un document scientifique Filtre électrique

En électronique, dans une chaîne d'analyse et de traitement des signaux électriques, on rencontre couramment des filtres sous la forme de quadripôles, c'est-à-dire des éléments possédant deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie. Les grandeurs d'entrée et de sortie sont les tensions ou les courants. Le filtre est passif s'il ne possède que des éléments linéaires passifs. Dans ce cas, la puissance moyenne en sortie est toujours inférieure ou égale à la puissance moyenne en entrée. Le filtre est actif quand il contient au moins un composant électronique actif. Il est, dans ce cas, possible d'avoir un gain de puissance.

Les filtres linéaires ont un effet particulier sur les signaux sinusoïdaux, puisque lorsqu'on envoie un signal, $u_e(t)$, sinusoïdal à l'entrée d'un filtre, il en ressort un signal, $u_s(t)$, sinusoïdal de même fréquence. La réponse du filtre est déterminée par sa fonction de transfert $T = \frac{U_{sm}}{U_{em}}$ et son gain en

décibel $G = 20 \log T$.

Par convention, on appelle bande passante l'intervalle des fréquences pour lequel la transmittance est comprise entre le maximum T_0 et $\frac{T_0}{\sqrt{2}}$. La fréquence ou les fréquences qui délimitent la bande

passante sont appelées **fréquences de coupure**. Néanmoins, le filtre produit des déformations pour les signaux non sinusoïdaux permettant d'enlever la composante continue d'un signal, nettoyer un signal du bruit, corriger sa phase...

<https://femto-physique.fr/electrocinetique/filtrage-passif.php> (modifié)

Questions :

1) A l'entrée d'un filtre linéaire électrique F , on applique une tension $u_e(t) = 10 \sin(880\pi t + \varphi_e)$, $u_e(t)$ en (V) et t en (s), la tension à sa sortie est de la forme $u_s(t) = U_{sm} \sin(2\pi N_s t + \varphi_s)$.

En se référant au document scientifique :

a- préciser le sens du qualificatif « **linéaire** » d'un filtre électrique;

b- déterminer la valeur N_s de la fréquence de la tension de sortie ;

c- déterminer la valeur maximale U_{sm} de la tension de sortie sachant que la fonction de transfert $T = 0,6$.

2) La courbe de variation du gain G en décibel du filtre F est représentée sur la **figure 5**.

a- Déterminer graphiquement le gain maximale G_0 de ce filtre.

b- En se référant au document scientifique, justifier qu'à la fréquence de coupure on a $G = G_0 - 3$ en décibel.

c- Déduire la bande passante de ce filtre.

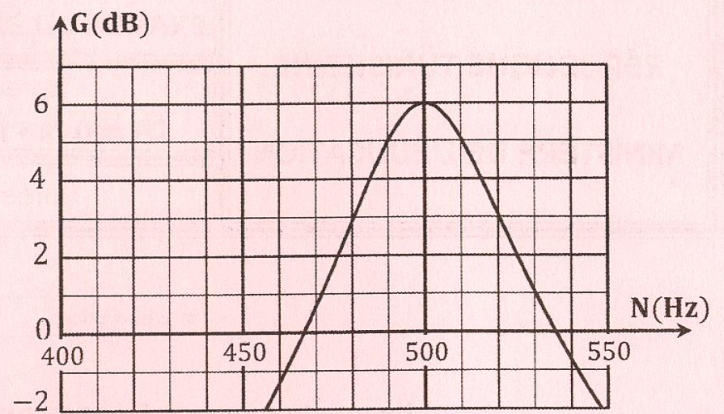


Figure 5

Exercice n°3 (4,5points)

On tend une corde souple entre un vibreur et un support fixe. Ainsi, son extrémité O est attachée au vibreur, tandis que l'autre extrémité A est reliée au support fixe à travers une pelote de coton.

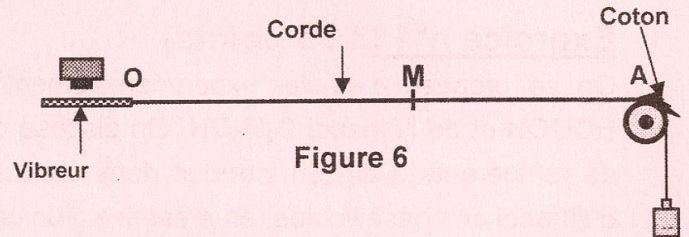


Figure 6

I- Etude expérimentale

1) En mettant le vibreur en marche :

- décrire l'aspect de la corde lorsqu'elle est éclairée en lumière ordinaire ;
- justifier que l'onde qui se propage le long de la corde est transversale ;
- indiquer le rôle de la pelote de coton.

2) Décrire une expérience qui permet d'affirmer que tous les points de la corde vibrent avec la même fréquence.

3) On place parallèlement à la corde et au niveau du point M un diaphragme comportant une fente sur laquelle tombe un faisceau lumineux parallèle. Le faisceau émergent entoure l'ombre portée du point M de la corde. A la suite de la réflexion sur un miroir tournant à vitesse constante, l'ombre prend sur l'écran la forme d'une sinusoïde, comme l'indique la **figure 7**.

a- Parmi les mots suivants (mécanique, optique, stroboscopique, électrique), choisir le qualificatif convenable à ce type d'analyse.

b- Sachant que l'ombre du point M balaye l'écran en une durée proche de **78 ms** :

b₁- nommer cet oscillogramme.

b₂- déterminer graphiquement la valeur approchée de la

fréquence N de la lame vibrante.

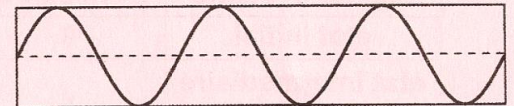


Figure 7

II- Etude théorique

En réalité, la fréquence de la lame du vibreur est $N = 40$ Hz. L'extrémité O de la lame débute son mouvement à l'instant $t = 0$ à partir de sa position d'équilibre, prise comme origine d'élongation.

O est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de loi horaire :

$$y_O(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin(80\pi t + \varphi_0), \quad t \geq 0 ; \quad y \text{ en mètre et } t \text{ en seconde.}$$

Soient M_1 et M_2 , deux points de la corde d'abscisses respectives x_1 et x_2 ; telle que $x_1 < x_2$.

M_1 et M_2 étant deux points successifs de la corde qui vibrent en opposition de phase et distant de $M_1M_2 = 15$ cm.

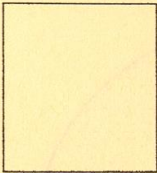
1) a- Exprimer la distance d entre deux points de la corde vibrant en opposition de phase en fonction de la longueur d'onde λ .

b- Vérifier que la longueur d'onde a pour valeur $\lambda = 30$ cm.

c- Calculer la célérité c de l'onde le long de la corde.

2) La sinusoïde du temps du point M_1 est représentée par la **figure 8** de la page annexe (numérotée 5 sur 5).

Sans recours à l'équation horaire, représenter le chronogramme du mouvement du point M_2 , sur la **figure 8** de la page annexe (numérotée 5 sur 5). Cette page est à remplir et à rendre avec la copie.

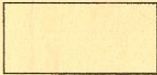


Section : N° d'inscription : Série :

Signatures des surveillants
.....
.....

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :



Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences techniques
Session de contrôle (2024)
Annexe à rendre avec la copie

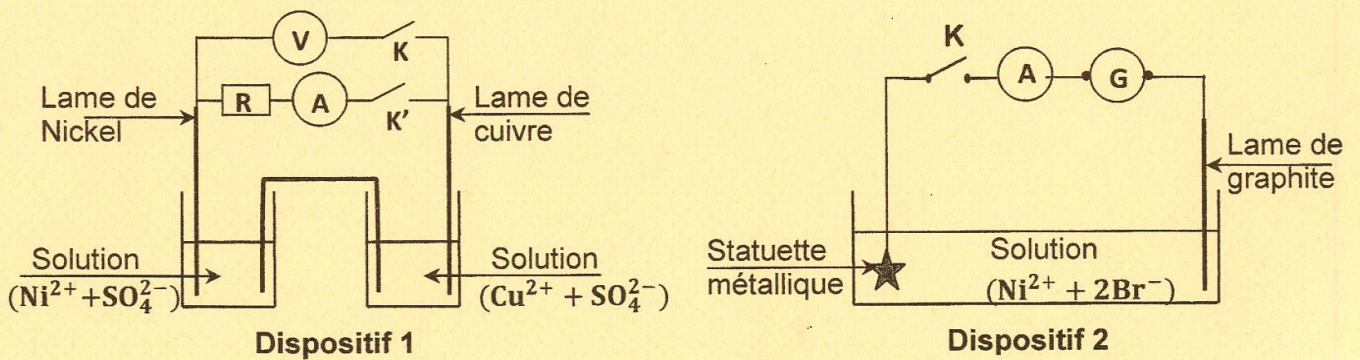


figure 1

	Dispositif 1	Dispositif 2
La réaction qui se produit est spontanée		
La réaction qui se produit est imposée		
Le dispositif transforme l'énergie chimique en énergie électrique		
Le dispositif transforme l'énergie électrique en énergie chimique		

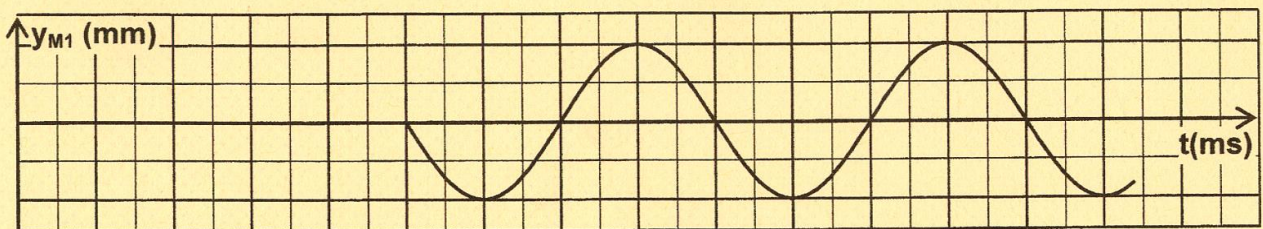


Figure 8