

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2019
- الموضوع -

الجمهورية المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي



المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

NS142

3	مدة الاجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
5	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية بمسالكها	الشعبة أو المسلك

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.

On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.

Le sujet comporte 4 exercices

Exercice I (3 points) :

- Propagation d'une onde mécanique.

Exercice II (6 points) :

- Etablissement du courant dans une bobine.
- Etude des oscillations forcées dans un circuit RLC série.

Exercice III (5 points) :

- Etude du mouvement de glissement d'un solide sur un plan incliné.
- Etude énergétique d'un pendule élastique horizontal.

Exercice IV (6 points) :

- Dosage d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque.
- Etude de la pile fer-cuivre.

Exercice I (3 points)

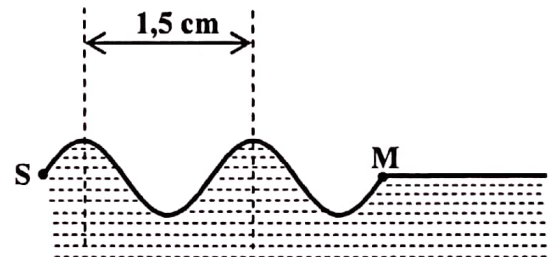
Propagation d'une onde mécanique

Pour étudier la propagation des ondes mécaniques à la surface de l'eau, on utilise une cuve à ondes.

Le but de cet exercice est de déterminer quelques grandeurs caractéristiques d'une onde mécanique.

A l'aide d'un vibreur d'une cuve à ondes, on crée en un point S de la surface libre de l'eau une onde progressive sinusoïdale de fréquence $N=20\text{Hz}$. Cette onde se propage à $t=0$ à partir du point S, sans amortissement et sans réflexion.

La figure ci-contre représente une coupe, dans un plan vertical, d'une partie de la surface de l'eau à l'instant de date t_1 .



Figure

- 0,75 1. L'onde qui se propage à la surface de l'eau est-elle transversale ou longitudinale? Justifier.
- 0,5 2. Donner la longueur d'onde λ de l'onde étudiée.
- 0,5 3. Déduire la célérité V de l'onde à la surface de l'eau. (on rappelle la relation $V = \lambda \cdot N$).
4. Le point M, situé à la distance $d = SM$ du point S, est le front de l'onde à l'instant de date t_1 . En exploitant la figure :
- 0,5 4.1. écrire l'expression de la distance d en fonction de λ .
- 0,75 4.2. exprimer le retard temporel τ du mouvement de M par rapport au mouvement de S, en fonction de la période T de l'onde. Calculer τ .

Exercice II (6 points)

Les circuits RL et RLC sont utilisés dans les montages électroniques de nombreux dispositifs.

Cet exercice se propose d'étudier :

- l'établissement du courant dans une bobine.
- les oscillations forcées dans un circuit RLC série.

I-Etablissement du courant dans une bobine.

On réalise le montage schématisé sur la figure 1, constitué des éléments suivants :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 10\text{ V}$;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 90\ \Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un voltmètre ;
- un interrupteur K .

On ferme l'interrupteur K à un instant choisi comme origine des dates ($t = 0$). La courbe de la figure 2 (page 3/6) représente l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit.

(T) représente la tangente à la courbe à $t = 0$.

Quand le régime permanent est établi, le voltmètre indique une tension $U_0 = 1\text{ V}$ aux bornes de la bobine.

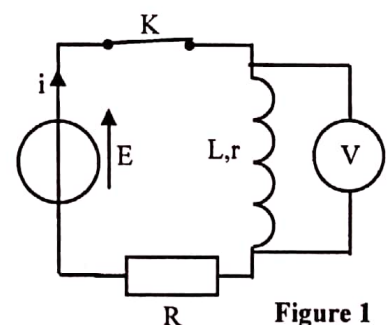


Figure 1

- 0,5 1. Choisir l'affirmation juste pour chacune des questions (1.1) et (1.2) ;
- 1.1. l'expression de la tension u_b aux bornes de la bobine est :

$$u_b = L \cdot i \quad ; \quad u_b = r i + L \frac{di}{dt} \quad ; \quad u_b = r \frac{di}{dt} \quad ; \quad u_b = \frac{1}{L} \frac{di}{dt}$$

0,5 1.2. Quand le régime permanent est établi, l'expression de cette tension u_b devient :

$u_b = r \frac{di}{dt}$	$u_b = L \cdot I_0$
$u_b = r \cdot I_0$	$u_b = \frac{I_0}{L}$

(où I_0 est l'intensité du courant en régime permanent).

0,25 2. Déterminer graphiquement la valeur de I_0 .

0,5 3. Vérifier que $r = 10 \Omega$.

0,5 4. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par

l'intensité $i(t)$ s'écrit : $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L} \cdot i = \frac{E}{L}$

0,5 5. Vérifier que la constante de temps τ s'exprime ainsi: $\tau = \frac{L}{R+r}$ pour que la solution de cette

équation différentielle s'écrive sous la forme : $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

0,5 6. Déterminer graphiquement τ et vérifier que $L = 0,1$ H.

0,75 7. Calculer l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en régime permanent.

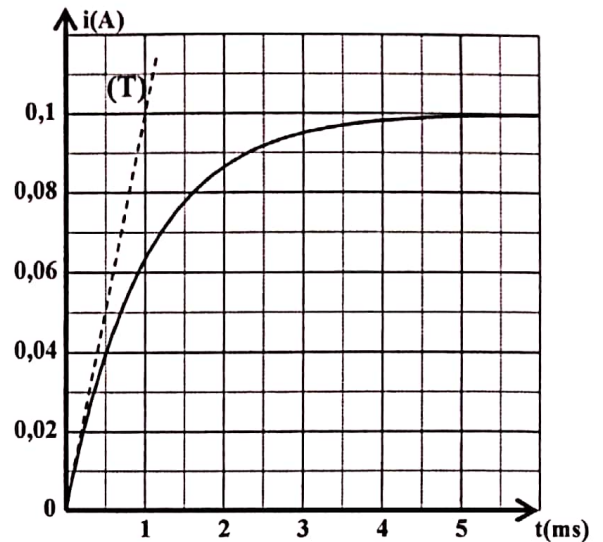


Figure 2

II-Etude des oscillations forcées dans un circuit RLC série

On monte en série, avec la bobine précédente ($L = 0,1$ H; $r = 10 \Omega$), un condensateur de capacité C , un ampèremètre, un conducteur ohmique de résistance $R' = 190 \Omega$ et un générateur basse fréquence GBF (figure 3).

Le générateur impose une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U_{eff} = 5$ V et de fréquence N réglable.

Pour une fréquence $N_0 = 250$ Hz, l'ampèremètre indique une intensité efficace du courant $I_0 = 25$ mA.

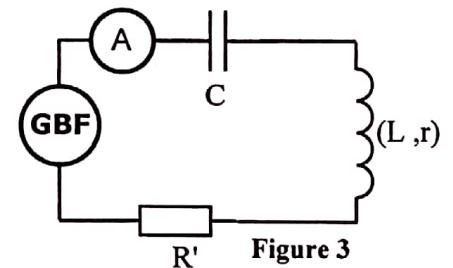


Figure 3

0,75 1. Déterminer l'impédance Z du circuit pour la fréquence N_0 .

0,25 2. Montrer que la résistance totale du circuit est $R_t = 200 \Omega$.

0,25 3. En comparant l'impédance Z avec la résistance totale du circuit, que peut-on en déduire ?

0,25 4. Choisir, parmi les propositions suivantes, l'expression juste de la fréquence propre du dipôle LC:

$N_0 = 2\pi\sqrt{LC}$; $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $N_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$; $N_0 = 2\pi LC$

0,5 5. Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur. (On prend $\pi^2 = 10$).

Exercice III (5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Cet exercice se propose d'étudier, dans sa première partie, le mouvement d'un solide sur un plan incliné, puis dans sa deuxième partie, un pendule élastique horizontal.

Partie1 : Étude du mouvement de glissement d'un solide sur un plan incliné

Un solide S de masse m et de centre d'inertie G est abandonné sans vitesse initiale d'une position où son centre d'inertie G est confondu avec le point O situé au sommet d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale (figure 1). Le solide glisse alors sans frottements suivant la ligne de plus grande pente.

On étudie le mouvement de S dans un référentiel terrestre considéré galiléen. Le repère d'étude (O, \vec{i}) est indiqué sur la figure 1.

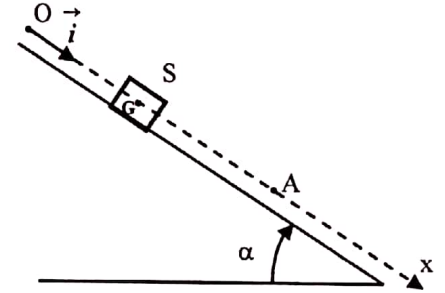


Figure1

- 0,75 1. En appliquant la deuxième loi de Newton, vérifier que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G

$$s'écrit : \frac{d^2x}{dt^2} = g \cdot \sin \alpha ; \text{ où } x \text{ est l'abscisse de G à un instant}$$

t dans le repère (O, \vec{i}) .

2. la courbe de la figure 2 représente les variations de l'abscisse x en fonction de t^2 .

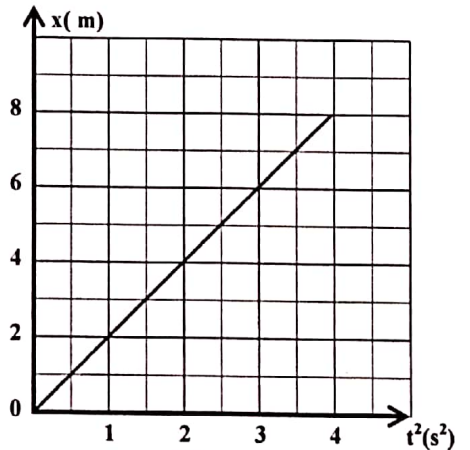


Figure 2

- 0,75 2.1. En exploitant cette courbe, écrire l'expression numérique de l'équation horaire $x=f(t)$ du mouvement de G.
- 0,75 2.2. A l'aide des résultats des questions (1) et (2.1), calculer la valeur de α . (On prend $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$).
- 0,5 2.3. Choisir, parmi les affirmations suivantes, la réponse juste. le mouvement de G est:
- rectiligne uniforme.
 - rectiligne uniformément retardé.
 - rectiligne uniformément accéléré.

- 0,5 3. Déterminer l'instant t_A de passage de G par le point A d'abscisse $x_A = 5 \text{ m}$.

- 0,75 4. Trouver la vitesse de G lors de son passage par le point A.

Partie2 : Etude énergétique d'un pendule élastique horizontal.

On considère un pendule élastique horizontal, constitué d'un ressort à spires non jointives de raideur k, attaché en un point B à un solide S de masse m et de centre d'inertie G. L'autre extrémité du ressort est attachée au point A à un support fixe.

On étudie le mouvement de G dans un référentiel terrestre considéré galiléen.

On choisit un repère d'espace (O, \vec{i}) confondu avec l'axe du ressort. A l'équilibre, le centre d'inertie G du solide est confondu avec l'origine O du repère

(O, \vec{i}) . On repère la position de G à chaque instant par l'abscisse x (figure 3).

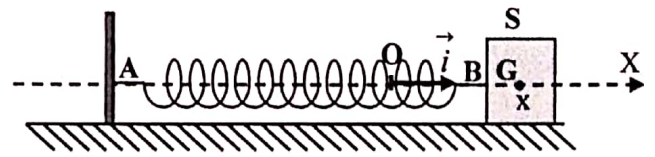


Figure 3

On écarte le solide S de sa position d'équilibre puis on l'abandonne sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates ($t=0$). Il oscille alors sans frottements autour de sa position d'équilibre.

La courbe de la figure 4 représente les variations de l'énergie potentielle élastique E_{pe} du pendule en fonction de l'abscisse x de G.

- 0,5 1. En exploitant le graphe de la figure 4, déterminer l'énergie potentielle E_{pe1} lorsque G passe par la position d'abscisse $x_1 = 2$ cm.
- 0,5 2. Déduire la raideur k du ressort. (On rappelle que l'énergie potentielle élastique du pendule a pour expression : $E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2$).

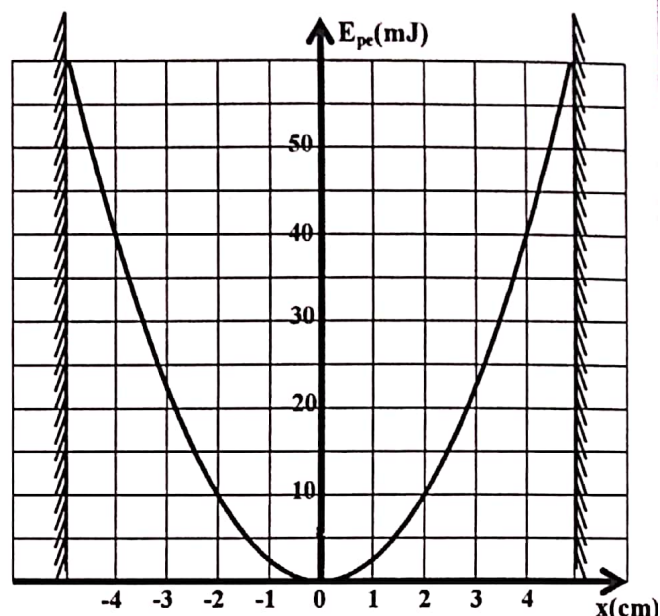


Figure 4

Exercice IV (6 points)

Les deux parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Dosage d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque.

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse S_A d'acide méthanoïque $HCOOH$ de concentration C_A inconnue.

On se propose de déterminer la concentration de cette solution par dosage pH-métrique.

Pour cela, on dose un volume $V_A = 10$ mL de la solution S_A par une solution aqueuse S_B d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration $C_B = 10^{-2}$ mol.L⁻¹. On note V_B le volume de la solution S_B versé.

Le suivi pH-métrique du dosage permet d'obtenir la courbe représentée sur la figure 2.

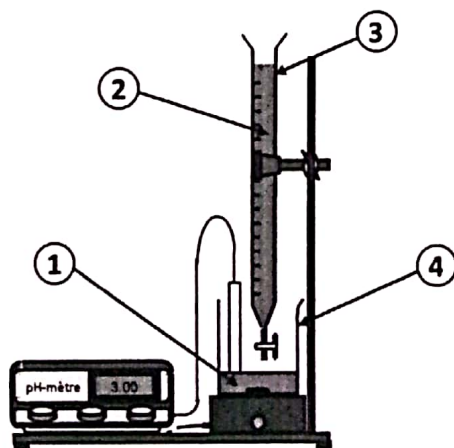


Figure 1

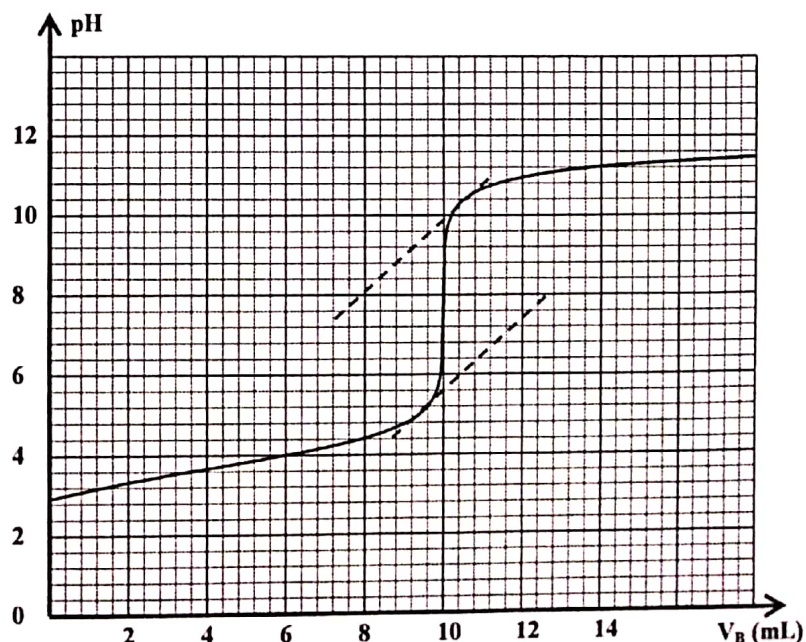


Figure 2

- 1 1. Nommer, sur la copie, les éléments du montage de la figure 1 numérotés de 1 à 4.
0,75 2. Ecrire l'équation de la réaction de dosage.
0,5 3. Donner les deux couples acide/base intervenant dans ce dosage.
0,5 4. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence (V_{BE} , pH_E).
0,75 5. Ecrire la relation entre C_A , V_A , C_B et V_{BE} à l'équivalence. En déduire la valeur de C_A .
0,5 6. Choisir, parmi les indicateurs colorés donnés dans le tableau ci-dessous, l'indicateur convenable pour ce dosage. Justifier la réponse.

Indicateur coloré	Hélianthine	Rouge de crésol	jaune d'alizarine R
Zone de virage	3,2 - 4,4	7,2 - 8,8	10,1 - 12

Partie 2: Etude de la pile fer-cuivre

On réalise la pile fer-cuivre en utilisant le matériel et les produits suivants :

- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de cuivre $Cu_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}$ de concentration initiale C ;
- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de fer $Fe_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}$ de même concentration initiale C ;
- une lame de fer et une lame de cuivre;
- un pont salin.

On relie les électrodes de la pile à un conducteur ohmique en série avec un ampèremètre. En fermant le circuit, l'ampèremètre indique le passage d'un courant électrique d'intensité constante $I = 20 \text{ mA}$.

Après une durée Δt de fonctionnement de la pile, on observe la formation d'un dépôt de cuivre sur l'électrode de cuivre et la diminution de la masse de l'électrode de fer.

Données :

- $1 F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- Masse molaire atomique du cuivre: $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

- 0,5 1. Donner le schéma conventionnel de cette pile.
0,75 2. Ecrire l'équation de la réaction chimique à chaque électrode ainsi que l'équation bilan lors du fonctionnement de la pile.
0,75 3. Au cours de la durée Δt , la masse du dépôt de cuivre formé est $m = 47,4 \text{ mg}$.

Montrer que $\Delta t = \frac{2 \cdot F \cdot m}{M(\text{Cu}) \cdot I}$. Calculer Δt en heures (h).