

---

## EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE: JUIN 2014

Série: TSE

ÉPREUVE: PHYSIQUE

DURÉE: 3 heures

COEFFICIENT: 3

---

### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

- 1)a) Établis la loi de décroissance radioactive d'un nucléide (1 pt)
- b) Définis la période radioactive, l'activité radioactive et établis leurs expressions (2 pts)
- c) Lors des catastrophes nucléaires de Tchernobyl et de Fukushima, des éléments radioactifs se sont répandus dans la nature. Cite trois conséquences négatives pour l'humanité liées à ces catastrophes (1,5 pts)
- 2) Définis les termes ou expressions suivants: un pendule de torsion, l'effet thermoélectronique, l'effet photoélectrique (1,5 pts)

### B- EXERCICE: Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace (6pts)

- 1) Lors d'une expérience visant à déterminer la chaleur latente de la glace un groupe d'élèves disposant d'un calorimètre réalisent la manipulation suivante:  
Dans le calorimètre contenant une masse d'eau  $m_1 = 200$  g d'eau froide à  $12^\circ\text{C}$ , ils y ajoutent une masse  $m_2 = 200$  g d'eau tiède à la température  $27,9^\circ\text{C}$ .  
La température finale du mélange est  $19,5^\circ\text{C}$ .  
Détermine la capacité calorifique du vase calorimétrique et de ses accessoires (3 pts)

2) Ils y introduisent ensuite un morceau de glace de 50 g à la température  $-30^{\circ}\text{C}$ . Sachant que la température finale est  $7,4^{\circ}\text{C}$ ; calcule la chaleur latente de la glace. (3 pts)

On donne les chaleurs massiques respectives de l'eau et de la glace:  $4180$  et  $2700\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$

### C- PROBLÈME : (8 pts)

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

#### I- Expérience des fentes de Young (3 pts)

1- On produit des franges d'interférences au moyen du dispositif des fentes de Young, les deux fentes sources  $F_1$  et  $F_2$  sont distantes de  $a = 2\text{mm}$ . On observe les franges d'interférences sur un écran parallèle au plan contenant les sources et situé à  $D = 2\text{m}$  de ce plan.

a) Fais un schéma du dispositif expérimental des fentes de Young et indique le champ d'interférences. (1,5 pt)

b) Établis la relation qui donne la différence de marche  $\delta$  des vibrations lumineuses issues de  $F_1$  et  $F_2$  et arrivant à un point  $M$  de l'écran. (1 pt)

2) On utilise une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ ; la quatrième ( $4^{\text{ème}}$ ) frange brillante se trouve alors à 2 mm de la frange centrale.

Quelle est la longueur d'onde de la lumière employée? (1,5 pt)

#### II- Circuit d'accord et bande passante d'un récepteur radio (5 pts)

Un récepteur d'un poste radio comporte un circuit LC qu'il faut «accorder» avec la fréquence  $f$  d'un émetteur A.

Le circuit d'accord est constitué d'une bobine d'inductance  $L = 10\mu\text{H}$  et de résistance  $r$ , et d'un condensateur de capacité  $C$  ajustable.

1) Donner l'expression du facteur de qualité  $Q$  du dipôle LC en fonction de la fréquence  $f_{\text{rés}}$  et de la largeur de la bande passante  $\beta$  d'une part; de l'inductance  $L$ , de la résistance  $r$  de la bobine, de la pulsation  $\omega_{\text{rés}}$  d'autre part. (1 pt)

2) Si  $f = 100\text{Hz}$ , quelle doit être la valeur de la capacité  $C$  ajustable? (1pt)

3) A cette fréquence, la bobine a une résistance  $r = 1,5\Omega$ . Détermine le facteur de qualité du dipôle LC utilisé ainsi que la largeur  $\beta$  de la bande passante à 3dB. (2 pts)

4) Si la fréquence  $f'$  d'un émetteur B appartient à cette bande passante, la réception de A sera mauvaise et altérée par la présence de B. Si  $f' = (100,05 \pm 0,05)$  Hz peut-on capter A sans interférences (perturbations) avec B? (1 pt)

Indications: Un circuit est dit « accorder » quand la fréquence de résonance du circuit

$f_{\text{rés}} = f$  avec  $f$  la fréquence de l'émetteur. On admet que la réception de A est bonne pour une

bande comprise entre  $\left(f - \frac{\beta}{2}; f + \frac{\beta}{2}\right)$ .

---

## EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2015

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) Établis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion et déduis l'équation horaire du mouvement. (3 pts)

b) Donne les expressions de la pulsation et de la période propres (1 pt)

2) Dis avec justification si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :

- Un mouvement vibratoire libre est apériodique (0,25 pt)
- Un mouvement vibratoire amorti est périodique (0,25 pt)
- La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période (0,25 pt)
- Les sons audibles par l'être humain ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20000 Hz. (0,25 pt)

2) Définis les termes ou expressions suivants : la valeur en eau d'un calorimètre, les interférences mécaniques, les rayons X, le photon. (2 pts)

### B- EXERCICE : (6pts) : Mouvement d'un satellite autour de la Terre

On considère un référentiel géocentrique ; un satellite  $S$  de masse  $m$  gravite autour de la Terre d'un mouvement uniforme sur une orbite circulaire à une altitude  $h$  et situé dans un plan sensiblement équatorial.

- 1) La Terre est supposée sphérique, de rayon  $R$  et de masse  $M$ .
  - a) Fais un schéma décrivant le mouvement du satellite en indiquant les forces auxquelles il est soumis (0,5 pt)
  - b) En utilisant la loi de gravitation universelle, exprime en précisant les unités des différentes variables, la vitesse angulaire  $\omega_s$  de  $S$  en fonction de  $h$ ,  $g_0$  et  $R$ . (0,5 pt)
- 2) Calcule  $\omega_s$ , ainsi que la période  $T_s$  avec les valeurs approchées suivantes :  
 $R = 6400 \text{ km}$ ,  $g_0 = 9,81 \text{ Nkg}^{-1}$ ,  $h = 3,85 \times 10^5 \text{ km}$  (2 pts)
- 3) Calcule la vitesse angulaire  $\omega_T$  de rotation de la Terre sur elle-même. (1 pt)
- 4) Calcule l'accélération «  $a$  » subie par le satellite dans son mouvement orbital. En déduire la masse du satellite si la force attractive terrestre vaut environ  $2 \times 10^{20} \text{ N}$ . (2 pts)

### C- PROBLÈME : (8 pts)

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

#### I

#### Mouvement d'ions dans une chambre d'accélération

Dans cet exercice, on négligera le poids  $\vec{P}$  des particules devant les autres forces. On désire séparer les isotopes du brome (Br) à l'aide d'un spectrographe schématisé sur la figure-1.

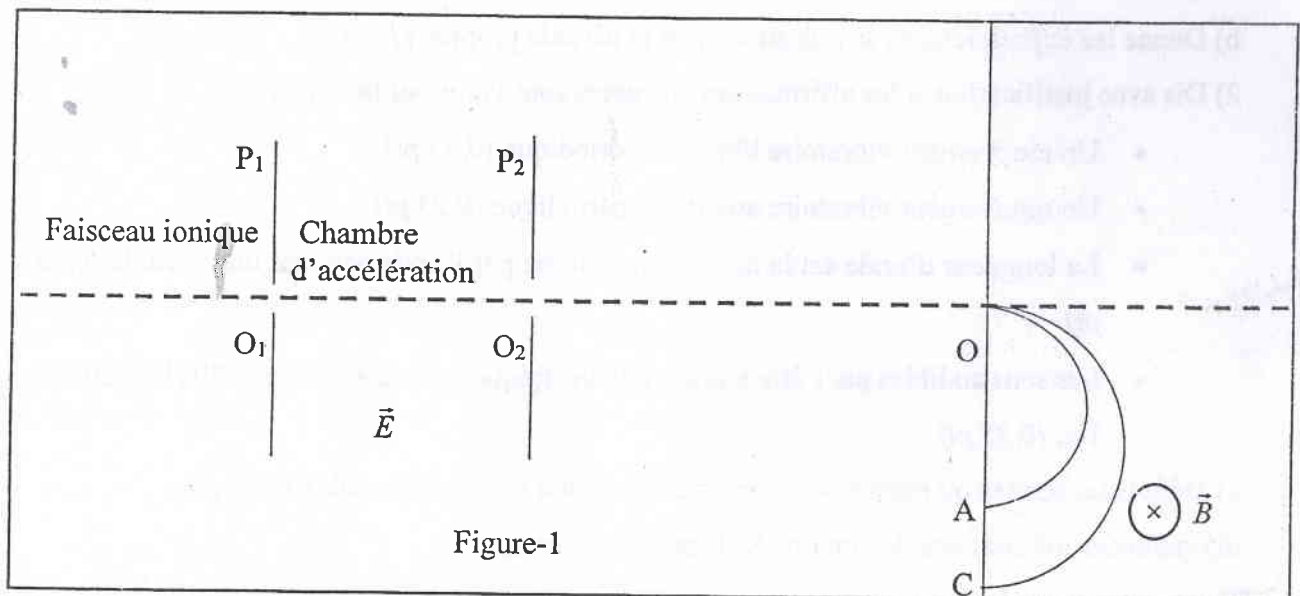


Figure-1

Les ions bromures  $^{79}\text{Br}^-$  et  $^X\text{Br}^-$  sont produits dans une chambre d'ionisation puis dirigés vers une chambre d'accélération entre deux plaques parallèles  $P_1$  et  $P_2$  soumises à une tension  $U_1 = 4000 \text{ V}$ . Au-delà du point O, les ions sont alors séparés grâce à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , de norme  $0,1 \text{ T}$ , normal au plan de figure.

- 1) a) Précise sur le schéma, en le justifiant le sens du champ électrique  $\vec{E}$  et l'orientation de  $U_1$  qui permettent une accélération des ions. (0,5 pt)  
 b) Montre que les deux sortes d'ions ont la même énergie cinétique en  $O_2$  sachant que leur vitesse est négligeable en  $O_1$ . Calcule la vitesse  $v_1$  de l'ion  $^{79}\text{Br}^-$  au point  $O_2$  (1 pt)  
 c) Exprime la vitesse  $v_2$  de l'ion  $^X\text{Br}^-$  en  $O_2$  en fonction de  $v_1$  et  $X$ . (0,5 pt)
- 2) Les ions passent en O avec les vitesses  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_2$  précédentes, subissent l'action du champ  $\vec{B}$  normal à ces deux vecteurs vitesses. En admettant que le sens du champ  $\vec{B}$  soit entrant pour que les ions soient reçus en A et C ; montre que le mouvement des ions est circulaire et uniforme. En déduis les rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$  pour chacune des trajectoires. Calculer  $R_1$ . (1,5 pts)
- 3) Les ions  $^{79}\text{Br}^-$  et  $^X\text{Br}^-$  décrivent des demi-cercles et arrivent respectivement aux points A et C distants de  $d = 1,4 \text{ cm}$ . En déduis la valeur de  $X$ . (0,5 pt)

Données : charge élémentaire  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 Masse du proton :  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

## II

### Courbe de réponse d'un dipôle RLC : paramètres du circuit

On étudie la réponse d'un circuit  $RLC$  série pour un régime forcé sinusoïdal imposé par un générateur de tension. On relève l'intensité efficace  $I$  du courant pour différentes fréquences  $N$  d'excitation. Le générateur maintient une tension de valeur efficace  $U = 0,45 \text{ V}$  constante. L'expérience est informatisée : les données sont consignées dans le tableau ci-dessous. Grâce à un logiciel « tableur-grapheur » on établit le tracé de la courbe de réponse de l'oscillateur (figure-2).

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N (Hz) | 402  | 500  | 604  | 703  | 802  | 905  | 1003 | 1102 | 1199 | 1253 |
| I (mA) | 0,41 | 0,53 | 0,69 | 0,86 | 1,06 | 1,34 | 1,64 | 2,07 | 2,51 | 2,65 |

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N (Hz) | 1303 | 1352 | 1403 | 1449 | 1498 | 1523 | 1550 | 1575 |
| I (mA) | 2,84 | 2,94 | 2,95 | 2,94 | 2,92 | 2,80 | 2,70 | 2,60 |

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N(Hz)  | 1593 | 1700 | 1796 | 1897 | 1993 | 2175 | 2275 | 2623 |
| I (mA) | 2,50 | 2,16 | 1,90 | 1,73 | 1,54 | 1,27 | 1,18 | 0,93 |

- 1) Détermine la fréquence de résonance  $N_r$ . Relève l'intensité  $I_r$  à la résonance (0,50 pt)
  - 2) Quelle est la bande passante  $\beta$  à 3 dB de cette courbe de réponse ? Quel est le facteur de qualité  $Q$  de l'oscillateur (1 pt)
  - 3) Le facteur de qualité est aussi égal à  $Q = \frac{L\omega_r}{R}$  ( $\omega_r$  la pulsation à la résonance)
- Détermine les valeurs de la résistance  $R$ , de l'inductance  $L$  et de la capacité  $C$  de l'oscillateur (1,5 pts)
- 4) Si la résistance  $R$  est divisé par 2, que deviennent :
    - a) La bande passante  $\beta$  (0,5 pt)
    - b) La fréquence de résonance  $N_r$  (0,5 pt)

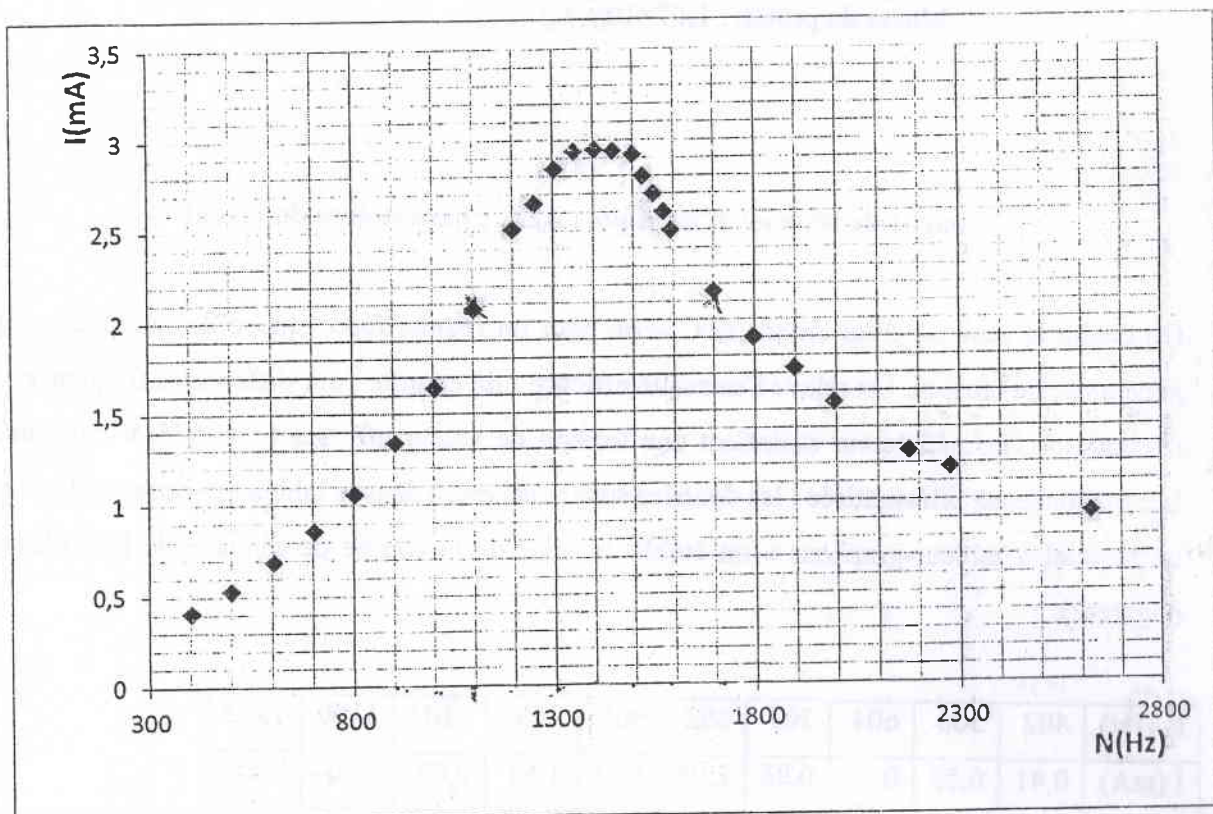


Figure-2

## **EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN**

**SESSION DE : JUIN 2016**

**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) Définis les termes ou expressions suivants : oscillateur libre, oscillateur forcé et cite un exemple dans chaque cas (1 pt)  
b) Cite quelques applications du laser (0,5 pt)
- 2) On produit des franges d'interférences au moyen du dispositif des fentes de Young, les deux fentes sources  $F_1$  et  $F_2$  sont distantes de  $a$ . On observe les franges d'interférences sur un écran parallèle au plan contenant les sources et situé à une distance  $D$  avec une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .
  - a) Fais un schéma du dispositif expérimental des fentes de Young et indique le champ d'interférences (0,5 pt)
  - b) Décris et interprète le phénomène d'interférences (0,5 pt)
  - c) Établis la relation qui donne la différence de marche  $\delta$  des vibrations lumineuses issues de deux fentes  $F_1$  et  $F_2$  et arrivant à un point  $M$  de l'écran. (1 pt)
  - c) Définis et calcule l'interfrange. (0,5 pt)
- 3) Énonce les lois de l'effet photoélectrique (2 pts)

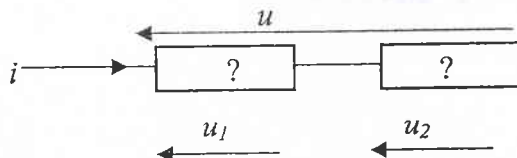
### B- EXERCICE : (6 pts) Détermination des caractéristiques d'un moteur

Soient deux dipôles  $\mathcal{D}_1$  et  $\mathcal{D}_2$ , la puissance moyenne consommée dans  $\mathcal{D}_1$  est  $\mathcal{P}_1$ , dans  $\mathcal{D}_2$  est  $\mathcal{P}_2$ .

Les dipôles sont en régime sinusoïdal forcé.

- 1) Les deux dipôles sont en série, démontre que la puissance moyenne dans  $(\mathcal{D}_1, \mathcal{D}_2)$  est

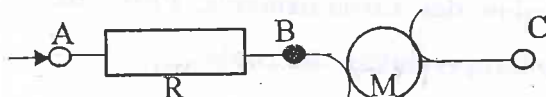
$$\mathcal{P} = \mathcal{P}_1 + \mathcal{P}_2 \text{ (1 pt)}$$



- 2) Application : Un résistor AB, de résistance  $R$ , est en série avec un moteur BC.  $R = 5 \Omega$ ,

$U_{BC} = 138 \text{ V}$ . Les puissances moyennes consommées dans le résistor et le moteur sont :

$$\mathcal{P}_{AB} = 320 \text{ W et } \mathcal{P}_{BC} = 956 \text{ W.}$$



- En déduis l'intensité efficace  $I$  du courant alternatif sinusoïdal et  $U_{AB}$ . (2 pts)
- Quelle est la puissance consommée dans AC ? (1 pt)
- Calcule le déphasage de  $u_{BC}$  par rapport à l'intensité instantanée (1 pt)
- À l'aide de la construction de Fresnel calcule  $U_{AC}$ . (1 pt)

### C- PROBLÈME : (8 pts)

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

#### I

#### Mise en évidence d'interférences mécaniques à la surface d'un liquide

Une onde progressive d'amplitude  $a = 1 \text{ mm}$  se propage à la surface d'un liquide le long d'un axe Ox. La distance entre deux crêtes successives est 4 mm.

- Détermine la longueur d'onde de cette onde (0,5 pt)
- À la date  $t = 0$ , l'élongation transversale en O est maximale. L'onde se propage suivant le sens positif à la célérité de  $0,4 \text{ ms}^{-1}$ .
  - Calcule la valeur de la période  $T$  de l'onde (0,5 pt)

b) Établis l'expression de l'élongation transversale  $Y_O$  du point O. (0, 5 pt)

3)

a) Établis l'expression de l'élongation transversale  $Y_M$  d'un point M de Ox, en fonction du temps  $t$  et de l'abscisse  $x$  de M mesurée sur Ox. (1 pt)

b) Compare les vibrations en O et en M pour  $x = 1$  cm. (0,5 pt)

4) Entre les points O, et A, sur Ox, la distance est  $OA = 23$  cm. Détermine le nombre des points du segment OA qui vibrent en phase avec O. (1 pt)

## II

### Datation au carbone 14

En 1983 fut découverte l'épave d'un bateau ; pour valider que ce bateau date du Moyen Âge une datation au carbone 14 est réalisée sur un échantillon de bois prélevé sur sa coque.

L'activité  $A$  mesurée pour cet échantillon est de 12,0 désintégrations par minute et par gramme de carbone. Or l'activité pour 1 gramme de carbone participant au cycle du dioxyde de carbone de l'atmosphère est égale à  $A_0 = 13,6$  désintégrations par minute.

1) Justifie la variation d'activité d'un échantillon de bois au cours du temps (0,5 pt)

2) Sachant que la loi de décroissance de l'activité en fonction du temps s'écrit :

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

a) Établir l'expression du temps  $t$  en fonction des autres grandeurs physiques  $A(t)$ ,  $A_0$ , et  $\lambda$ . (0, 5 pt).

b) Calcule  $t$  (1 pt)

3) Le temps  $t$  correspond au temps écoulé entre la date de fabrication du bateau et la date de découverte de l'épave. Détermine l'année de fabrication du bateau. (1 pt)

4) Le Moyen Âge s'étend de 476 à 1492 ans après Jésus-Christ ; l'hypothèse est-elle vérifiée ? (1 pt)

On donne la constante radioactive du carbone 14 ;  $\lambda = 1,244 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$

---

**EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN**

**SESSION DE : JUIN 2017**

**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)

- Définis la radioactivité, la période radioactive, l'activité radioactive (1 pt)
- Établis la loi de décroissance radioactive d'un nucléide, les expressions de la période et de l'activité radioactive. (1 pt)

2) Définis l'effet thermoélectronique et en cite deux applications (2 pts)

3) Énonce le premier principe de la thermodynamique et donne l'expression de l'énergie interne en fonction de la quantité de chaleur et du travail (2 pts)

**B- EXERCICE : (6 pts) Détermination de la capacité d'un condensateur**

Lors d'une manipulation visant à déterminer la capacité  $C$  d'un condensateur des élèves réalisent le montage de la figure-1

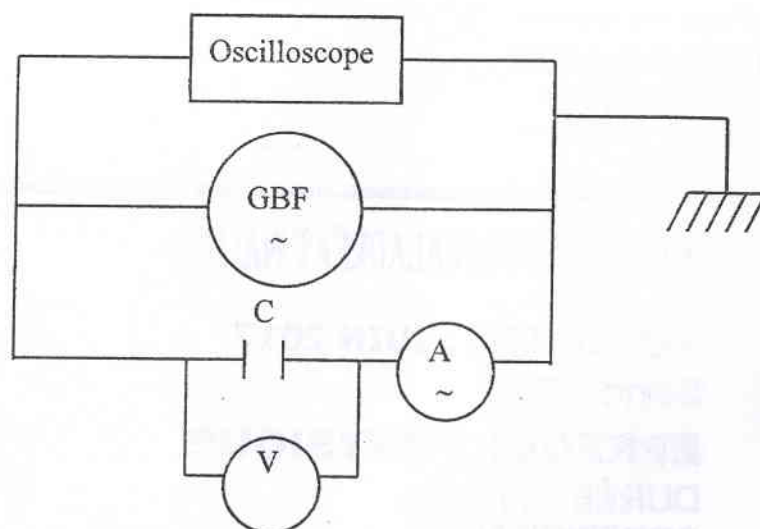


Figure-1

Le dispositif comprend un Générateur de Basse Fréquence (GBF) délivrant un courant alternatif, un oscilloscope permettant de visualiser la tension dans le condensateur et de mesurer sa période  $T$ , une capacité  $C$ , un ampèremètre et un voltmètre qui servent à mesurer respectivement l'intensité efficace du courant et la tension efficace aux bornes du condensateur. Ils aboutissent aux résultats consignés dans le tableau suivant.

|                |                    |                      |                      |                      |                      |                    |                      |                      |
|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| $T(s)$         | $2 \times 10^{-3}$ | $1,8 \times 10^{-3}$ | $1,6 \times 10^{-3}$ | $1,4 \times 10^{-3}$ | $1,2 \times 10^{-3}$ | $1 \times 10^{-3}$ | $0,8 \times 10^{-3}$ | $0,6 \times 10^{-3}$ |
| $Z_C (\Omega)$ | 1390               | 1210                 | 1080                 | 921                  | 759                  | 642                | 445                  | 283                  |

- 1) Définis un courant alternatif et dis qu'elle différence y-a-t-il entre un courant alternatif et un courant continu (0,5 pt)
  - A) Donne l'expression de l'impédance  $Z_C$  du condensateur en fonction de la période  $T$ . (0,5 pt)
  - B) Ecris cette expression sous la forme  $Z_C = aT$  où  $a$  est une constante et  $T$  la période (1 pt)
  - C) Trace sur un papier millimétré la courbe  $Z_C = f(T)$  (2 pts)
- Echelles : 1 cm pour  $1 \times 10^{-4}s$  et 1cm pour  $100\Omega$ .
- 3) Calcule la pente  $a$  de la droite obtenue et en déduis la valeur numérique de la capacité  $C$ . (2 pts)

**C- PROBLÈME : (8 pts)**

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

**I (5 pts)**

**Mouvement d'une balle dans le champ de pesanteur terrestre**

Un dispositif permet de lancer une balle à la vitesse  $v_0 = 16 \text{ ms}^{-1}$ . La balle part d'un point O, vers le haut suivant une direction faisant l'angle  $\alpha$  avec la verticale Oz (figure-2)  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

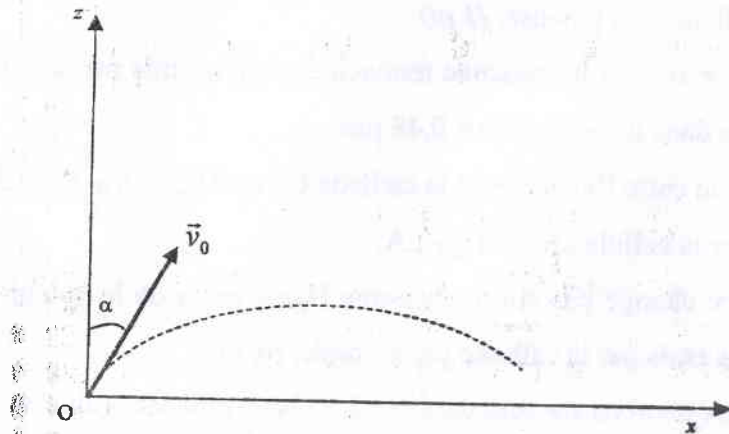


Figure -2

- 1) Détermine les équations paramétriques  $x(t)$  et  $z(t)$  du mouvement (1 pt)
- 2)
  - Quelle est l'équation de la trajectoire (0,5 pt)
  - Quelle est sa nature (0,5 pt)
- 3) Étant donné  $\alpha = 50^\circ$ 
  - a) Pendant combien de temps la balle s'élève-t-elle avant de descendre ? (0,5 pt)
  - b) Quelle est sa vitesse à la fin de cette phase ascendante ? (0,5 pt)
- 4) Calcule :
  - a) L'altitude maximale atteinte par la balle à partir de son point de départ O. (0,5 pt)
  - b) La balle retombe sur Ox en P, trouve l'expression de la distance OP. (0,5 pt)
  - c) Pour quelle valeur de  $\alpha$  ; OP est maximale ? Quelle est alors sa valeur numérique ? (1 pt)

## II (3 pts)

### Calcul de la puissance d'une cellule photoélectrique

1) Le métal constituant la cathode C d'une cellule photoélectrique est caractérisé par le travail d'extraction  $W_0 = 2,1 \text{ eV}$ . Quelle est la longueur d'onde  $\lambda_0$  (dans le vide) caractérisant le seuil photoélectrique. (0,75 pt)

2) La cellule est éclairée par un faisceau constitué de deux rayonnements monochromatiques de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_1 = 0,50 \text{ }\mu\text{m}$  et  $\lambda_2 = 0,66 \text{ }\mu\text{m}$ . Observe-t-on l'effet photoélectrique ? Justifie la réponse. (1 pt)

3) La cellule est éclairée par un faisceau monochromatique émis par une source ponctuelle S, sa longueur d'onde dans le vide est  $\lambda_3 = 0,48 \text{ }\mu\text{m}$ .

La tension électrique entre l'anode A et la cathode C ; est  $U_{AC} = V_A - V_C = 50 \text{ V}$  ; l'intensité du courant qui traverse la cellule est  $I = 12,5 \text{ }\mu\text{A}$ .

a) Sachant que  $I$  ne change pas si on augmente  $U_{AC}$  à partir de la valeur  $50 \text{ V}$ , en déduis le nombre d'électrons émis par la cathode par seconde. (0,5 pt)

b) Sachant que deux photons sur cent donnent des chocs efficaces (un choc est efficace s'il est suivi de l'extraction d'un électron), quelle est la puissance lumineuse reçue par la cathode ? (0,75 pt)

On donne la constante de Planck  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$ , la charge de l'électron  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

**Indication :** Deux photons sur cent donnent des chocs efficaces signifie que le rendement de la cellule est 2%.

---

## EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2018

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)

- Définis un pendule simple (0,5 pt)
- Établis l'équation différentielle du mouvement d'un pendule simple en utilisant la loi de conservation de l'énergie mécanique du système (2 pts)
- Trouve les expressions de la pulsation et de la période propres des oscillations (0,5 pt)

2) Définis les termes ou expressions suivants : les interférences mécaniques, la longueur d'onde, le son, l'équivalent en eau d'un calorimètre. (2 pts)

3) Définis les rayons X et en cite deux applications. (1 pt)

### B- EXERCICE : (6 pts) Application du théorème de l'énergie cinétique

Un jeu de fête foraine consiste à pousser un solide S, de masse  $m = 5,0 \text{ kg}$ , sur une glissière AB afin qu'il puisse grâce à l'énergie cinétique reçue escalader une rampe BC incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  sur l'horizontale (figure-1).

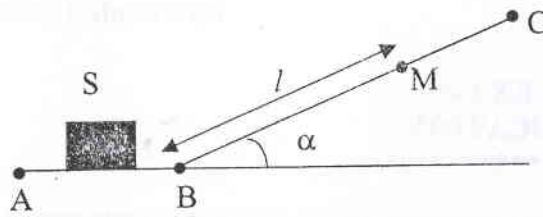


Figure-1

Lors de cette escalade, les frottements sont équivalents à une force  $f$ , parallèle à la rampe inclinée dirigée en sens contraire du mouvement et de valeur constante  $f = 5,0\text{N}$ .

A la fin de la période de lancement (passage en B) l'énergie cinétique acquise par le solide S est égale à  $90\text{J}$

1)

a) Quel référentiel doit-on choisir pour faire cette étude ? (1 pt)

b) Énonce le théorème de l'énergie cinétique pour un solide de masse  $m$  en translation (1 pt)

2) Évalue la variation d'énergie cinétique entre les points B et M (point auquel le solide s'arrête à cause des frottements) (1,5 pts)

3)

a) Fais sur un schéma clair le bilan des forces extérieures appliquées au solide. (1 pt)

b) Quelle distance ( $BM = l$ ) le centre d'inertie du solide peut-il parcourir sur la rampe BC avant de s'arrêter à cause des frottements ? (1, 5 pts)

On donne  $g = 9,8\text{Nkg}^{-1}$

### C- PROBLÈME : (8 pts)

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

#### I (4 pts)

#### Détermination des caractéristiques d'une bobine et calcul des tensions

Une bobine AB est résistante et inductive. Le fil qui la constitue a pour rayon  $r_f = 0,4\text{ mm}$  pour résistivité  $\rho = 1,5 \times 10^{-3} \Omega\text{m}$ . La bobine a pour rayon  $r_B = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$ , pour longueur  $l_B = 0,6 \text{ m}$  ; elle comprend  $N = 750$  spires.

1) La bobine est sans noyau de fer doux. Calcule sa résistance et son auto-inductance (1pt)

2) On place dans la bobine un noyau de fer doux qui augmente son auto-inductance. On admettra par la suite que celle-ci reste constante et égale à  $L = 0,4 \text{ H}$ .

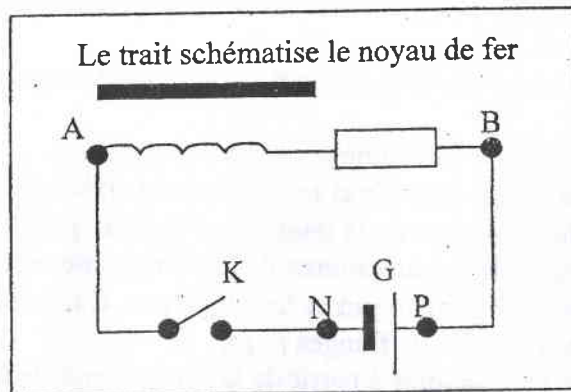
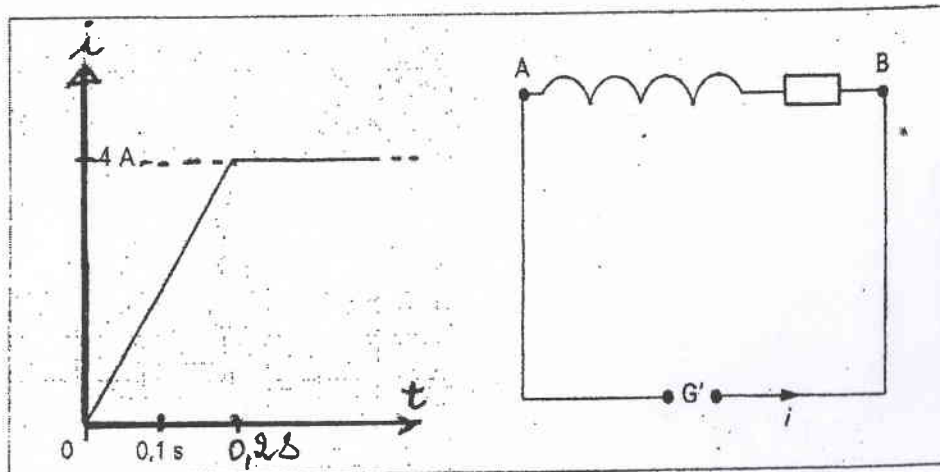


Figure-2

- La bobine AB est placée dans le circuit de la figure-2. On baisse l'interrupteur K. Calcule l'intensité  $I$  du courant continu, le régime permanent étant atteint. G est une source de tension qui maintient la tension  $U_{PN}$  égale à 24 V. (0,5 pt)
- 3) Calcule la variation du flux propre  $\Phi_P$  à travers le circuit au cours de l'établissement du courant précédent (lorsque l'interrupteur est levé et lorsque l'interrupteur est baissé). (0,5 pt)
  - 4) On remplace la source de tension G précédente par une source de courant  $G'$  qui impose dans le circuit un courant d'intensité  $i$  dont les variations en fonction du temps sont représentées sur le graphique ci-dessous.



- Détermine la f.é.m. d'auto-induction dans l'intervalle  $0 \leq t < 0,2s$  ; et pour  $t > 0,2s$ . (1 pt)
- 5) Détermine les valeurs correspondantes de  $u_{BA}$  ? (1 pt)
- On donne  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  SI perméabilité magnétique du vide

## II (4 pts)

### Expérience des fentes de Young

On utilise un dispositif des fentes de Young pour produire des interférences lumineuses non localisées. Une fente F éclaire les deux fentes fines  $F_1$  et  $F_2$  parallèles et distantes de  $a = 2$  mm. La fente F est placée sur la médiatrice du segment  $F_1F_2$ .

On observe les franges sur un écran E placé parallèlement au plan des fentes et situé à une distance  $D = 2 \text{ m}$  du milieu de  $F_1F_2$ .

- 1) On éclaire le dispositif avec une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .
  - a) Fais le schéma du dispositif et décris le phénomène observé (1 pt)
  - b) La distance entre le milieu de la frange centrale et le milieu de la sixième frange sombre est  $d = 3,3 \text{ mm}$ . En déduis la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$ . (1 pt)
- 2) On éclaire maintenant le dispositif par une source de lumière contenant deux radiations de longueurs d'ondes  $\lambda_1 = 0,45 \mu\text{m}$  et  $\lambda_2 = 0,60 \mu\text{m}$ . Calcule les interfranges  $i_1$  et  $i_2$  des deux systèmes de franges (1 pt)
- 3) Quelle est la plus petite distance comptée à partir de la frange centrale à laquelle a lieu la première coïncidence des deux systèmes de franges ? (1 pt)

---

## EXAMEN DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : AOÛT 2019

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) Énonce le théorème de l'énergie cinétique (1 pt)
- b) Donne son expression pour un solide en translation (0,5 pt)
- c) Énonce la loi de Lenz (0,5 pt)
- d) Définis les termes ou expressions suivants : le laser, le mouvement vibratoire, une onde électromagnétique et donne deux ses propriétés (2 pts)

2) Établis :

- a) L'expression de la vitesse linéaire en fonction du rayon  $R$  de la Terre de l'altitude  $h$  d'un satellite qui évolue autour de la Terre. (1, 5 pts)
- b) En déduis l'expression de la période (0, 5 pt)

### B- EXERCICE : (6 pts) Détermination de quantité de chaleur

On refroidit un bloc de glace de 40 g à  $-78^{\circ}\text{C}$  avant de l'ajouter aux 560 g d'eau en équilibre dans un calorimètre en cuivre à  $25^{\circ}\text{C}$ .

- 1) Détermine la température finale du mélange (2 pts)
- 2) Reste-t-il encore de la glace. Justifie ta réponse (2 pts)
- 3) Calcule la quantité de chaleur échangée (2 pts)

On donne chaleur massique de l'eau  $c_e = 4,20 \text{ J/gK}$ , chaleur massique de la glace  $c_g = 2,15 \text{ J/gK}$  chaleur latente de fusion de la glace à  $0^\circ\text{C}$ ,  $L = 336 \text{ J/g}$

### C- PROBLÈME : (8 pts)

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

#### I

#### Marquer un panier au basket

On négligera l'action de l'air. On prendra  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

Lors d'un match de basket, pour marquer un panier, il faut que le ballon passe dans le cercle métallique situé dans un plan horizontal, à  $3,0 \text{ m}$  du sol. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel devant passer exactement au centre  $C$  du cercle métallique.  $xOy$  est un plan vertical contenant le point  $C$  ;  $xOz$  est le plan du sol supposé horizontal.

- 1) D'un point  $A$  de  $Oy$  situé à  $2,0 \text{ m}$  du sol, un basketteur, sans adversaire, lance le ballon, avec une vitesse  $\vec{v}_0$  contenue dans le plan  $xOy$  et dont la direction fait un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec le plan horizontal (figure-1).

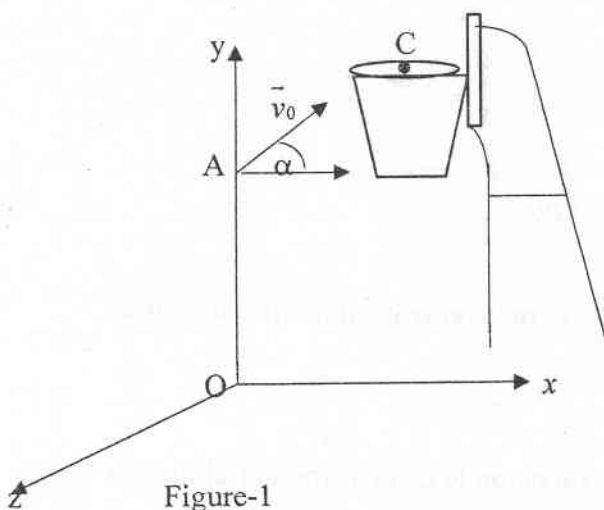


Figure-1

- a) Établis l'équation de cette trajectoire dans le système d'axes indiqué, en fonction de la valeur  $v_0$  de la vitesse. (1,5 pts)
- b) Quelle doit être la valeur de  $v_0$  pour que le panier soit réussi, sachant que les verticales de  $A$  et de  $C$  sont distantes de  $7,1 \text{ m}$  ? (1 pt)
- c) Quelle est la durée du trajet effectué par le ballon du point  $A$  au point  $C$  ? (0, 5 pt)

2) Voulant arrêter le ballon, un adversaire situé à 0,9 m du tireur, saute verticalement en levant les bras. La hauteur atteinte alors par ses mains est de 2,70 m au-dessus du sol.  $\alpha$  et  $v_0$  ayant les mêmes valeurs que précédemment le panier sera-t-il marqué ? (1 pt)

## II (4 pts)

### Courbe de réponse d'un dipôle RLC : paramètres du circuit

Un dipôle est formé d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , d'une bobine de résistance négligeable et d'inductance  $L$ , et d'un condensateur placé en série, de capacité  $C$ . L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 40$  V, et de fréquence variable  $N$ .

On fait varier  $N$ , on relève les différentes valeurs de l'intensité et on trace le graphe  $I = f(N)$  (figure-2).

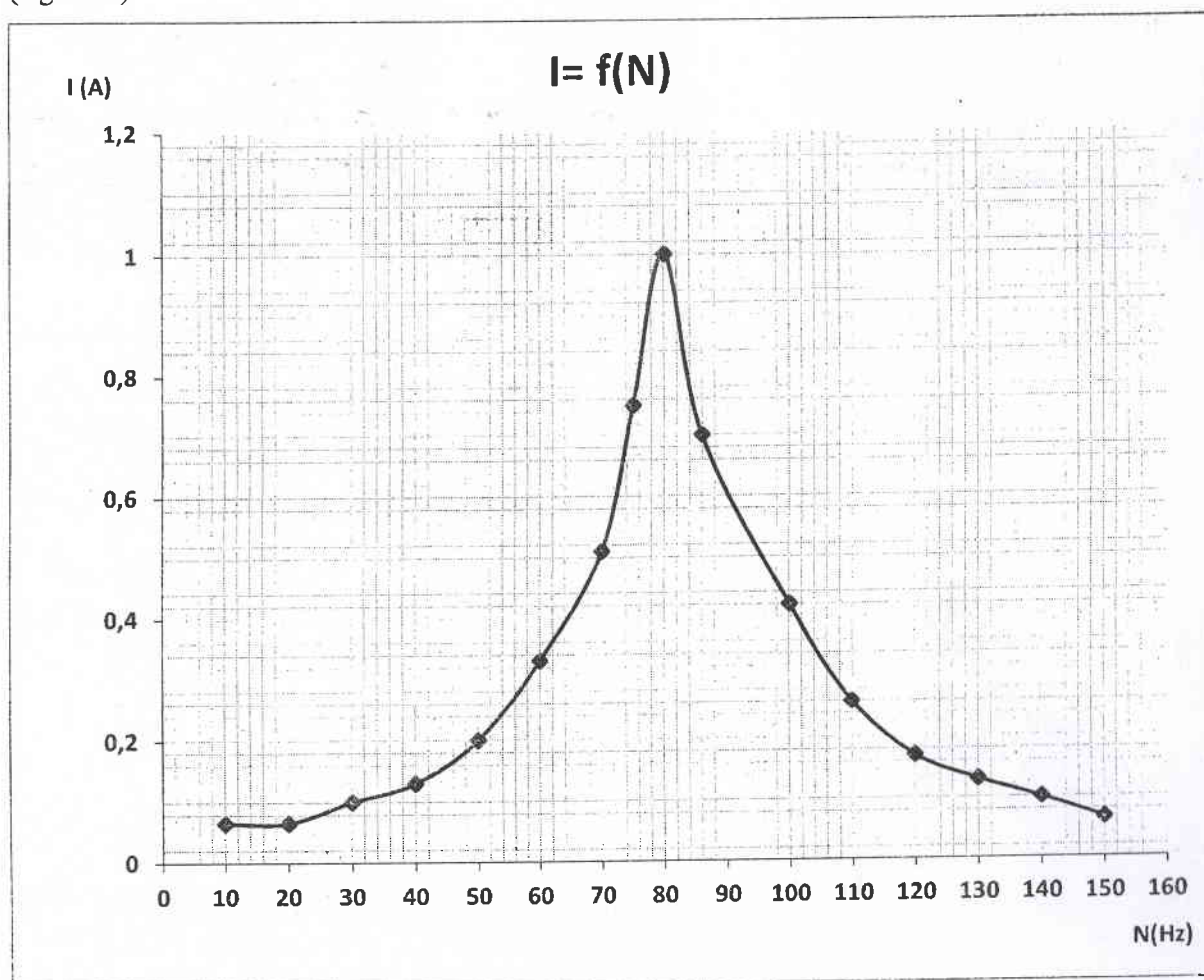


Figure 2 : Courbe  $I = f(N)$

- 1) Fais un schéma du montage avec les différents éléments du dipôle (0,5 pt)
- 2) Détermine à l'aide de la figure
  - a) La fréquence de résonance (0,5 pt)
  - b) La puissance  $P_0$  moyenne consommée à la fréquence  $N_0$  (0,5 pt)
  - c) La bande passante  $\beta$  et le facteur de qualité  $Q$  du circuit (1 pt)
  - d) Les valeurs de  $R$ ,  $L$  et  $C$ . (1,5 pts)



## CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2015

Série : TSE

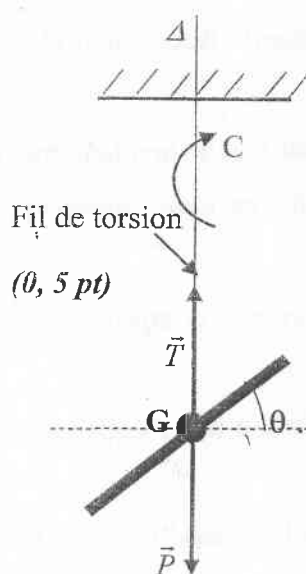
ÉPREUVE : PHYSIQUE

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

1) a) Établissons l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion et déduisons l'équation horaire du mouvement.



Appliquons la relation fondamentale de la dynamique

$$\sum M_{/\Delta}(\vec{F}) = J\ddot{\theta} ; \text{ avec } J \text{ le moment d'inertie du solide}$$

$\ddot{\theta}$  l'accélération angulaire

$$\Rightarrow M_{/\Delta}(\vec{T}) + M_{/\Delta}(\vec{P}) + M_C = J\ddot{\theta}$$

$$M_{/\Delta}(\vec{T}) + M_{/\Delta}(\vec{P}) = 0 \text{ (car leur droite d'action passe par}$$

l'axe  $\Delta$ ). Alors on a :  $M_C = -C\theta$  où  $C = \text{Cte de torsion}$  du fil et  $\theta$  l'élongation angulaire.

$$\Rightarrow J\ddot{\theta} = -C\theta \Leftrightarrow J\ddot{\theta} + C\theta = 0 \Leftrightarrow \boxed{\ddot{\theta} + \frac{C}{J}\theta = 0} \quad (1 \text{ pt})$$

Équation différentielle du mouvement

L'équation horaire du mouvement est de la forme :

$$\boxed{\theta = \theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \text{ ou } \theta = \theta_m \sin(\omega_0 t + \varphi)} \quad (0,5 \text{ pt})$$

avec  $\theta_m$  l'amplitude angulaire maximale,  $\omega_0$  la pulsation propre et  $\varphi$  la phase initiale

b) Donnons les expressions de la pulsation et de la période propres

L'équation différentielle du mouvement peut s'écrire :

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta = 0 \text{ c'est-à-dire } \omega_0^2 = \frac{C}{J} \Rightarrow \boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J}}} \text{ en rad/s (0,5 pt)}$$

Pulsation propre

Soit  $T_0$  la période propre

$$\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{C}}} \text{ en s (0,5 pt)}$$

Période propre

**NB : Acceptez toute démonstration cohérente et correcte aboutissant au même résultat**

2) Disons avec justification si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :

- Un mouvement vibratoire libre est apériodique

Fausse: Un mouvement vibratoire libre est périodique (il se répète identiquement à lui-même pendant des intervalles de temps égaux) (0, 25 pt)

- Un mouvement vibratoire amorti est périodique

Fausse: Un mouvement vibratoire amorti est apériodique car il s'amortit après un certain temps (0, 25 pt)

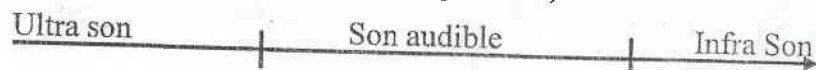
- La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période

Vraie: En effet la distance parcourue pendant une période correspond à la longueur d'onde (périodicité dans l'espace) (0, 25 pt)

- Les sons audibles par l'être humain ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20000 Hz.

Vraie: Les sons que l'être humain peut entendre ont une fréquence comprise entre 20 et 20000 Hz. (0, 25 pt).

(Échelle des sons "non demandé, donc non obligatoire")



**NB: Pour les réponses "Vraie" donnez les points même si l'élève ne justifie pas.**

3) Définissons les termes ou expressions suivants :

- Valeur en eau d'un calorimètre : C'est la quantité d'eau (masse d'eau) qui absorberait la même quantité de chaleur que le calorimètre et ses accessoires (vase calorimétrique, agitateur, thermomètre) (0,5 pt)

**NB:** On pourrait également la définir par la relation  $\mu = \frac{Q}{C_e}$  avec  $\mu =$

équivalent en eau,  $C_e$  la chaleur massique de l'eau et  $Q$  la quantité de chaleur (définition acceptable)

- Interférences mécaniques: C'est un phénomène physique résultant de la superposition de deux ou de plusieurs mouvements vibratoires (acoustiques ou sonores) de même nature de fréquences identiques ou voisines et de même amplitudes (ex:  $s_1 = a \sin \omega t$  et  $s_2 = a \sin 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda})$ ) ou amplitudes différentes (ex:  $s_1 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$  et  $s_2 = a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$ ). (0,5 pt)

**NB:** Les expressions des équations ne sont pas obligatoires, c'est juste à titre d'explication par rapport aux différentes définitions qui pourraient être données.

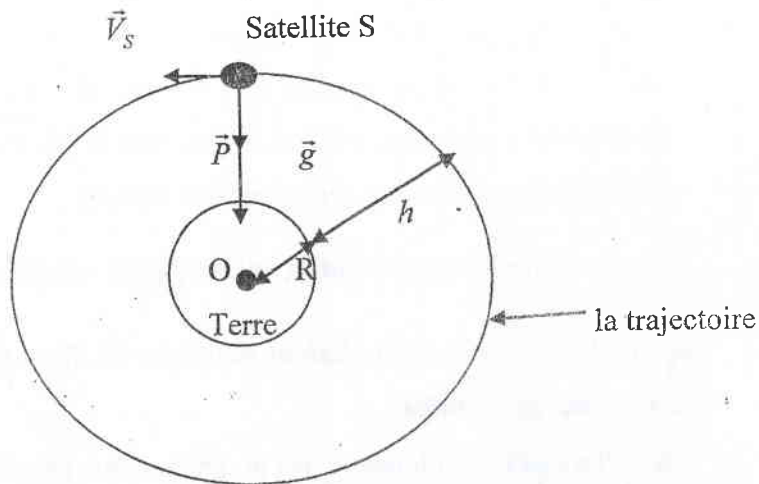
- Les rayons X: Les rayons X sont des ondes électromagnétiques de très courte longueur d'onde. C'est de la lumière ayant des longueurs d'onde comprises entre  $10^{-12}$  m et  $10^{-8}$  m (ce n'est qu'un ordre de grandeur) (0,5 pt)
- Le photon: C'est la particule fondamentale de la lumière (grain de lumière). Chaque photon transporte une énergie  $E = h\nu$  (avec  $h$  la constante de Planck et  $\nu$  la fréquence de la lumière monochromatique utilisée). Le photon est aussi appelé quantum d'énergie (grain d'énergie). (0,5 pt)

**NB :** formule  $E = h\nu$  non obligatoire

### **B- EXERCICE :**

1) a) Schéma décrivant le mouvement du satellite en indiquant les forces auxquelles il est soumis

(0, 5 pt)



$\vec{P}$  = poids du satellite.

b) En utilisant la loi de gravitation universelle, exprimons la vitesse angulaire  $\omega_s$  de S en fonction de  $h$ ,  $g_0$  et  $R$ .

En appliquant la relation fondamentale de la dynamique on peut écrire

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} = \vec{P} \Leftrightarrow m\vec{a} = m\vec{g}_h \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}_h ;$$

avec  $\vec{a}$  = accélération du satellite et  $\vec{g}_h$  l'accélération de la pesanteur à l'altitude  $h$

En module on aura donc :  $a = g_h \Leftrightarrow (R+h)\omega_s^2 = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow \omega_s = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}}$  (1 pt)

Avec  $\omega_s$  en rad/s,  $g_0$  en  $\text{Nkg}^{-1}$  ou  $\text{ms}^{-2}$  ;  $R$  et  $R+h$  en m

**Autre façon :**

L'expression de la force gravitationnelle  $F$

$$\begin{cases} F = \frac{GMm}{(r+h)^2} \\ F = \frac{mV_s^2}{r+h} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{mV_s^2}{r+h} = \frac{GMm}{(r+h)^2} \Leftrightarrow V_s^2 = \frac{GM}{R+h} \Leftrightarrow (R+h)^2 \omega_s^2 = \frac{GM}{R+h} \Leftrightarrow \omega_s^2 = \frac{GM}{(R+h)^3}$$

Or on sait que  $GM = g_0 R^2$  ; d'où  $\omega_s = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}}$

**On pourrait également démontrer par l'égalité entre la force centrifuge et la force centripète ou avec le poids. Acceptez la réponse**

2) Calculons  $\omega_s$ , ainsi que la période  $T_s$  avec les valeurs approchées suivantes :  
 $R = 6400 \text{ km}$ ,  $g_0 = 9,81 \text{ Nkg}^{-1}$ ,  $h = 3,85 \times 10^5 \text{ km}$

•  $\omega_s$ :

$$\omega_s = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}} = 6400 \times 10^3 \sqrt{\frac{9,81}{(6400 \times 10^3 + 3,85 \times 10^8)^3}} \Leftrightarrow$$

$$\omega_s = 6400 \times 10^3 \sqrt{\frac{9,81}{((6400 + 385000) \times 10^3)^3}} = 6400 \times 10^3 \sqrt{\frac{9,81 \times 10^{-9}}{5,99 \times 10^{16}}} = 2,58 \times 10^{-6}$$

$$\omega_s = 2,58 \times 10^{-6} \text{ rad/s}$$

(1 pt)

NB : Vu le rapport entre  $h$  et  $R$  on pourrait négliger  $R$  devant  $h$ . Les valeurs numériques pourraient changer légèrement. Acceptez le résultat si le raisonnement est cohérent et correct.

•  $T_s$

Par définition 
$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = \frac{2 \times 3,14}{2,58 \times 10^{-6}} = 2,43 \times 10^6$$

$$T_s = 2,43 \times 10^6 \text{ s} \quad (0,5 \text{ pt})$$

(soit environ 675 h = 28 jours 3h)

3) La vitesse angulaire  $\omega_T$  de rotation de la Terre sur elle-même. Cette rotation se fait pendant un temps  $T$  (période) = 23h 56 mn 04s  $\approx$  24 h. D'où

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3,14}{24 \times 3600} = 7,27 \times 10^{-5}$$

$$\omega_T = 7,27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

(1 pt)

Avec  $T = 23\text{h } 56 \text{ mn } 04 \text{ s}$  on trouve sensiblement le même résultat (acceptez les réponses obtenues avec 24 h ou 23 h 56 mn 04 s)

4)

• Calculons l'accélération «  $a$  » subie par le satellite dans son mouvement orbital.

Par définition 
$$a = (R+h)\omega_s^2 = (6400 \times 10^3 + 3,85 \times 10^5 \times 10^3)(2,58 \times 10^{-6})^2 = 2,60 \times 10^{-3}$$

$$a = 2,60 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

(1 pt)

Autre façon :

$$a = g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} \cdot \text{On aboutirait au même résultat (réponse correcte)}$$

- En déduisons la masse du satellite si la force attractive terrestre vaut environ  $2 \times 10^{20} \text{ N}$

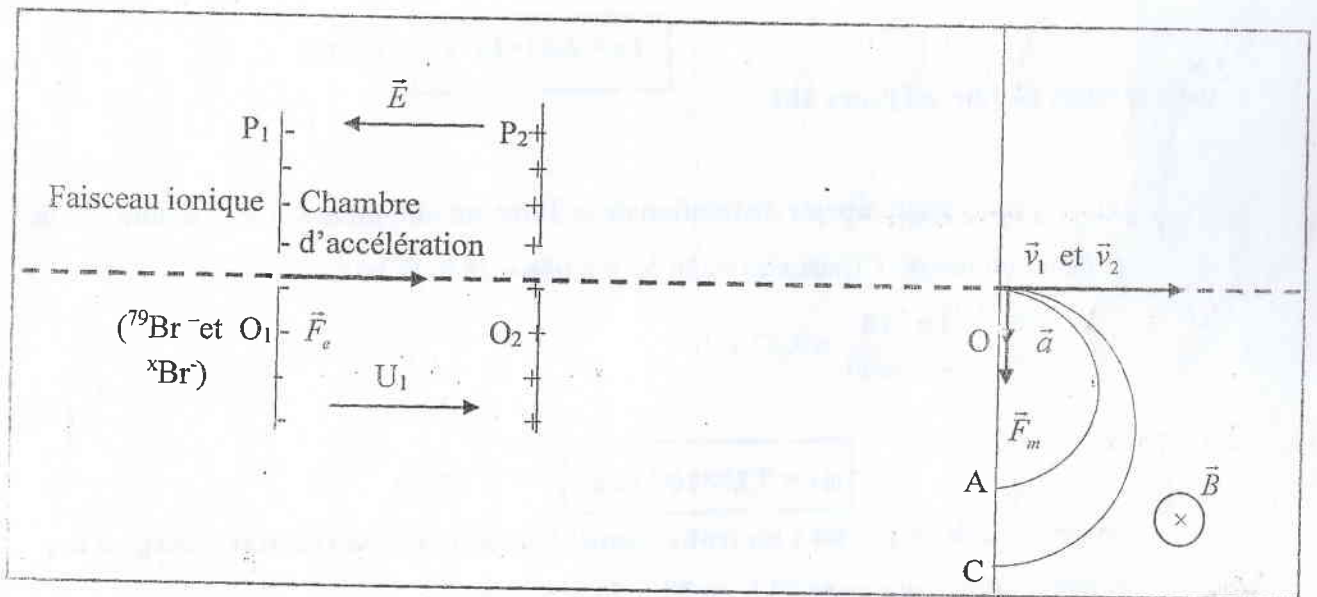
$$F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a} = \frac{2 \times 10^{20}}{2,60 \times 10^{-3}} = 0,7692 \times 10^{23}$$

$$m = 7,70 \times 10^{22} \text{ kg} \quad (1 \text{ pt})$$

### C- PROBLÈME

(8 pt)  
I-

$U_1 = 4000 \text{ V}$  ;  $B = 0,1 \text{ T}$  ;  $d = 1,4 \times 10^{-2}$  ;  $e = 1,67 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  (masse du proton)



1) a) Précisons sur le schéma, en le justifiant le sens du champ électrique  $\vec{E}$  et l'orientation de  $U_1$  qui permettent une accélération des ions.

De  $O_1$  à  $O_2$  les ions sont accélérés par la force électrique  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  dirigée de  $O_1$  vers  $O_2$ .

Puisque  $q < 0$  alors  $\vec{F}_e$  et  $\vec{E}$  ont même direction et de sens contraire. D'où  $\vec{E}$  est

perpendiculaire à  $P_1$  et  $P_2$  et dirigée de  $P_2(+)$  vers  $P_1(-)$  c'est-à-dire que  $P_1$  est chargée négativement et  $P_2$  positivement ; alors  $U_1 = U_{P_2P_1}$  dirigée de  $P_1$  vers  $P_2$ . (0,5 pt)

b) Montrons que les deux sortes d'ions ont la même énergie cinétique et calculons la vitesse  $v_1$  de l'ion  $^{79}\text{Br}^-$  au point  $O_2$

\* Même énergie cinétique.

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre  $O_1$  et  $O_2$  on a :

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext}) \Leftrightarrow E_c(O_2) - E_c(O_1) = |q|U_1 \text{ avec } E_c(O_1) = 0 \text{ car } v_{O1} = 0 \text{ et } q = |-e| = e$$

D'où

$$E_c(O_2) = eU_1 = Cte \quad (0,5 \text{ pt})$$

Quel que soit  $^{79}\text{Br}^-$  et  $^X\text{Br}^-$ , son énergie cinétique en  $O_2$  est  $E_c(O_2) = eU_1 = Cte$

\* La vitesse  $v_1$  de l'ion  $^{79}\text{Br}^-$

$$E_c(O_2) = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = eU_1 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m_1}} \quad (0, 25 \text{ pt})$$

$$\text{AN : } v_1 = \sqrt{\frac{2 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 4000}{79 \times 1,67 \times 10^{-27}}} = 9,85 \times 10^4$$

$$v_1 = 9,85 \times 10^4 \text{ m/s} \quad (0,25 \text{ pt})$$

c) Exprimons la vitesse  $v_2$  de l'ion  $^X\text{Br}^-$  en  $O_2$  en fonction de  $v_1$  et  $X$ .

$$E_c(O_2) = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = eU_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = eU_1 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} v_1 = v_1 \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

En remplaçant  $m_1$  et  $m_2$  par leurs valeurs on aboutit à la relation suivante

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{79 \times 1,67 \times 10^{-27}}{X \times 1,67 \times 10^{-27}}} = v_1 \sqrt{\frac{79}{X}} \quad (0,5 \text{ pt})$$

2)

\* Montrons que le mouvement des ions est circulaire et uniforme.

- Mouvement uniforme

La force magnétique  $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a}$  avec  $\vec{a}$  l'accélération

$\vec{a} = \vec{a}_N + \vec{a}_T$  (avec  $\vec{a}_N$  l'accélération normale, et  $\vec{a}_T$

l'accélération tangentielle).

$$\vec{a} = \vec{a}_N + \vec{a}_T \Rightarrow \vec{F}_m = m\vec{a}_N + m\vec{a}_T$$

$\vec{F}_m$  est perpendiculaire à  $\vec{v}$  (voir schéma) et  $\vec{v}$  est tangente à la trajectoire alors  $\vec{F}_m$  est normale ; c'est-à-dire  $\vec{a}_T = \vec{0}$  (en module  $a_T = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = Cte$ )

D'où le mouvement est uniforme. (0,25 pt)

- Mouvement circulaire

$$\vec{a}_N = \frac{q\vec{v} \wedge \vec{B}}{m} \text{ (en module } a_N = \frac{|q|vB \sin \alpha}{m} = \frac{evB \sin \frac{\pi}{2}}{m} \text{ (puisque } \vec{v} \text{ est perpendiculaire à } \vec{B}$$

on a ;  $\sin \alpha = 1$  car  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ) d'une part

D'autre part  $a_N = \frac{v^2}{R}$ . En égalisant les deux expressions nous aurons :

$$\frac{v^2}{R} = \frac{evB}{m} \Rightarrow R = \frac{mv}{eB} = Cte$$

D'où le mouvement est circulaire (0,25 pt)

- En déduisons les rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$  pour chacune des trajectoires.

On aura donc :

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{eB}$$

(0,25 pt)

et

$$R_2 = \frac{m_2 v_2}{eB}$$

(0,25 pt)

- Calculons  $R_1$ .

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{eB} = \frac{79 \times 1,67 \times 10^{-27} \times 9,85 \times 10^4}{1,6 \times 10^{-19} \times 0,1} = 8121,94 \times 10^{-4}$$

$$R_1 = 0,81 \text{ m}$$

(0,5 pt)

3) En déduisons la valeur de  $X$

$$d = AC = 2R_2 - 2R_1 \Leftrightarrow d = 2\left(\frac{m_2 v_2}{eB} - \frac{m_1 v_1}{eB}\right) = \frac{2}{eB}(m_2 v_2 - m_1 v_1) = \frac{2}{eB}(m_p X \times v_1 \sqrt{\frac{79}{X}} - 79 m_p v_1)$$

$$\Leftrightarrow d = \frac{2m_p v_1}{eB}(\sqrt{79X} - 79) \Rightarrow \sqrt{79X} = \frac{deB}{2m_p v_1} + 79 \quad (0,25 \text{ pt})$$

avec  $m_p$  = la masse du proton =  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

Trouvons la valeur de  $X$ .

$$\sqrt{79X} = \frac{1,4 \times 10^{-2} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 0,1}{2 \times 1,67 \times 10^{-27} \times 9,85 \times 10^4} + 79 = 0,68 + 79 = 79,68 \Rightarrow 79X = (79,68)^2 \Rightarrow$$

$$X = \frac{79,68^2}{79} = 80,36 \approx 80$$

$$X = 80 \quad (0, 25 \text{ pt})$$

Il s'agit de l'ion  $^{80}\text{Br}^-$

## II-

1)

- Déterminons la fréquence de résonance  $N_r$ .  
Sur la courbe (ou sur le tableau des données) on constate que l'intensité maximale correspond à une fréquence

$$N_r = 1403 \text{ Hz} \quad (0, 25 \text{ pt})$$

- Pour la fréquence  $N_r$  on relève l'intensité  $I_r$  à la résonance

$$I_r = 2,95 \text{ mA} = 2,95 \times 10^{-3} \text{ A} \quad (0,25 \text{ pt})$$

2)

- La valeur de la bande passante  $\beta$  à 3 dB

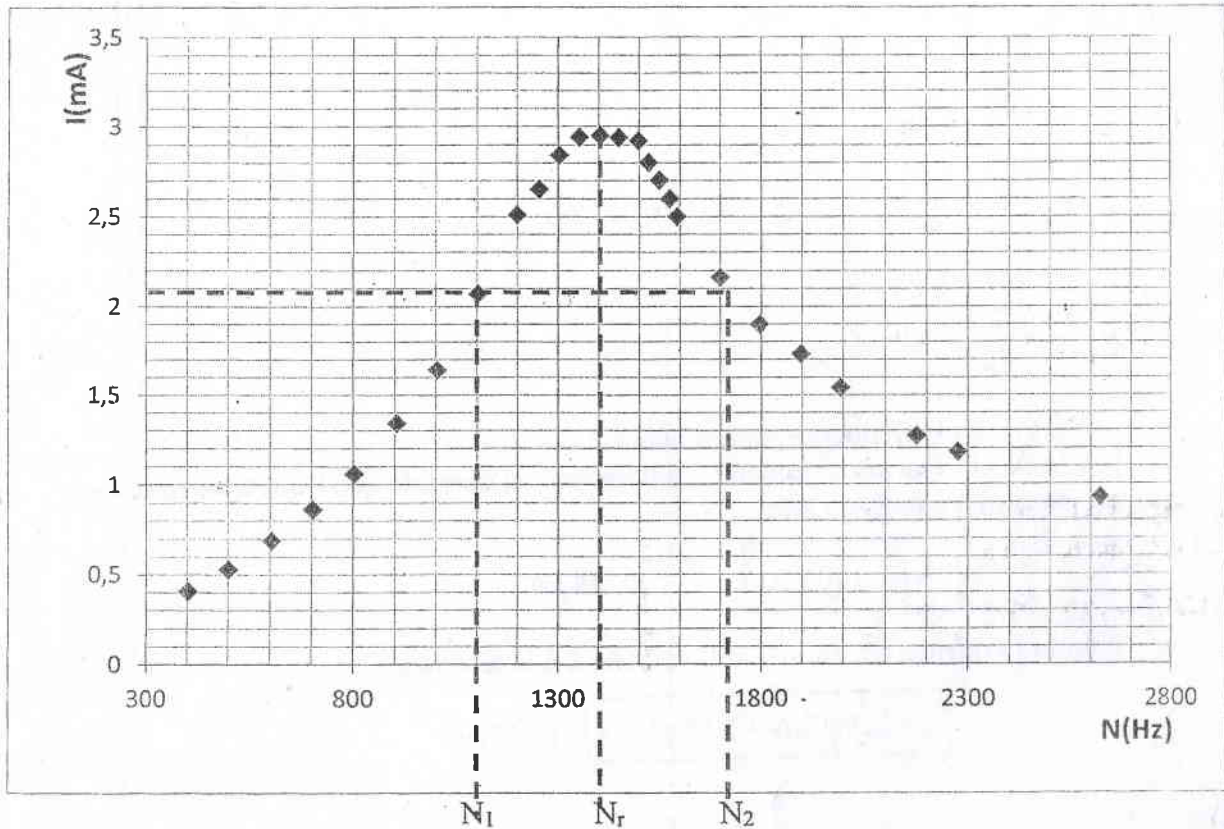
Calculons la valeur  $\frac{I_r}{\sqrt{2}} = \frac{2,95 \times 10^{-3}}{\sqrt{2}} = 2,09 \times 10^{-3} \text{ A}$ .

Projetons cette valeur sur la courbe. Elle coupe la courbe en deux points de fréquences respectives  $N_1$  et  $N_2$ . La bande passante est :

$$\beta = N_2 - N_1 = 1725 - 1100 = 625 \text{ (valeur approximative)}$$

$$\beta = 625 \text{ Hz} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**NB : Acceptez toutes les valeurs approximatives autour de 600 Hz**



Le facteur de qualité de l'oscillateur, soit  $Q$

Par définition le facteur de qualité  $Q = \frac{N_r}{\beta} = \frac{1403}{625} = 2,24$

$$\boxed{Q = 2,24} \quad (0,5 \text{ pt})$$

3) Déterminons les valeurs de la résistance  $R$ , de l'inductance  $L$  et de la capacité  $C$  de l'oscillateur.

A la résonance on a :  $U = RI_r \Rightarrow R = \frac{U}{I_r} = \frac{0,45}{2,95 \times 10^{-3}} = 152,54$

$$\boxed{R = 152,54 \, \Omega} \quad (0,5 \text{ pt})$$

La valeur de l'inductance

$$Q = \frac{L\omega_r}{R} = \frac{2\pi N_r L}{R} \Rightarrow L = \frac{QR}{2\pi N_r} = \frac{2,24 \times 152,54}{6,28 \times 1403} = 0,038$$

$$\boxed{L = 0,038 \text{ H}} \quad (0,5 \text{ pt})$$

Autre façon : L'inductance L peut être également calculée avec la formule

$$\omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L} \Rightarrow 2\pi(N_2 - N_1) = \frac{R}{L} \Rightarrow N_2 - N_1 = \beta = \frac{1}{2\pi} \frac{R}{L} \Rightarrow \boxed{L = \frac{1}{2\pi} \frac{R}{\beta}}$$

$$\text{AN : } L = \frac{1}{6,28} \frac{152,54}{625} = 0,038$$

$$\boxed{L = 0,038\text{H}}$$

La capacité C du condensateur

A la résonance on a :

$$LC\omega_r^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_r^2} = \frac{1}{4\pi^2 N_r^2 L} = \frac{1}{4 \times 3,14^2 \times 1403^2 \times 0,038} = 3,38 \times 10^{-7}$$

$$\boxed{C = 3,38 \times 10^{-7} \text{ F}} \quad (0,5 \text{ pt})$$

4)

a) Si la résistance R est divisé par 2, voyons que deviennent la bande passante  $\beta$  et la fréquence de résonance.

$$\text{Par définition : } \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L} \Rightarrow 2\pi(N_2 - N_1) = \frac{R}{L} \Rightarrow N_2 - N_1 = \beta = \frac{1}{2\pi} \frac{R}{L} \text{ pour une résistance}$$

$$\text{R on a : } \beta = \frac{1}{2\pi} \frac{R}{L} = \frac{1}{2\pi L} \times R :$$

$$\text{Pour une résistance } R' = \frac{R}{2} \text{ on aura : } \beta' = \frac{1}{2\pi L} \frac{R}{2} = \frac{\beta}{2}$$

$$\boxed{\beta' = \frac{\beta}{2}} \quad (0,5 \text{ pt})$$

Lorsque la résistance est divisée par 2 la bande passante est divisée par 2

$$\text{b) L'expression de la fréquence à la résonance : } LC\omega_r^2 = 1 \Rightarrow N_r = \frac{1}{4\pi^2 LC},$$

étant indépendante de la résistance lorsque la résistance est divisée par 2, la fréquence de résonance ne varie pas. (0,5 pt).

---

## CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

**SESSION DE : JUIN 2016**

**Série : TSE**

**ÉPREUVE : PHYSIQUE**

**DURÉE : 3 heures**

**COEFFICIENT : 3**

---

### **A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)**

1) a) Définition des termes ou expressions suivants :

- Un oscillateur libre est un système, qui oscille sous sa propre pulsation c'est-à-dire qui n'est soumis à aucun excitateur extérieur

Exemple : le balancier d'une horloge, le pendule simple, le pendule élastique, le pendule pesant, le pendule de torsion.... 0,5

- Un oscillateur forcé est un système, qui oscille avec une pulsation différente de sa pulsation propre c'est-à-dire que son mouvement est imposé par un excitateur extérieur.

Exemple : le Circuit RLC alimenté par un GBF, les pendules mécaniques couplés... 0,5

b) Applications du laser:

- Médecine : en chirurgie et en microchirurgie
- Industrie : soudure et fusion de certaines pièces
- Militaire : guidage des bombes
- Bâtiment: alignement des joints

**NB: Donner la totalité des points soit 0, 5 pt si l'élève donne deux applications**

a) Dispositif expérimental des fentes de Young

La figure-1 représente le dispositif expérimental des fentes de Young

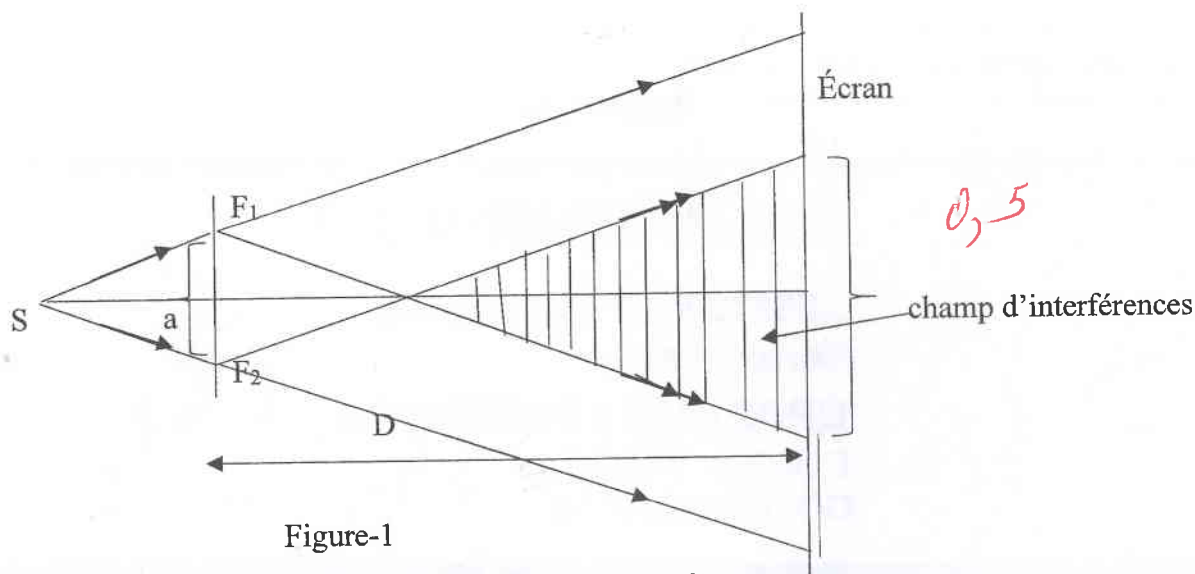
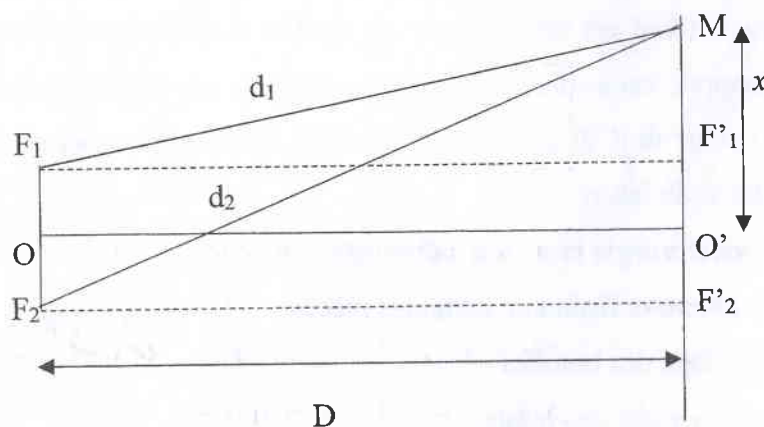


Figure-1

b) Description et interprétation du phénomène d'interférences

Lorsque la source S éclaire les deux fentes  $F_1$  et  $F_2$ , la lumière issue de S est diffractée par ces dernières. Sur l'écran on observe dans la partie commune aux deux faisceaux diffractés des bandes rectilignes parallèles alternativement brillantes et sombres. Ces franges sont obtenues quelle que soit la position de l'écran dans le champ d'interférences : elles sont non localisées (délocalisées).

c) Établissement de la relation qui donne la différence de marche  $\delta$



Considérons le triangle  $F'_1F_1M$  :  $d_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2 = D^2 + x^2 - ax + \frac{a^2}{4}$  (1)

Considérons le triangle  $F'_2F_2M$  :  $d_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2 = D^2 + x^2 + ax + \frac{a^2}{4}$  (2)

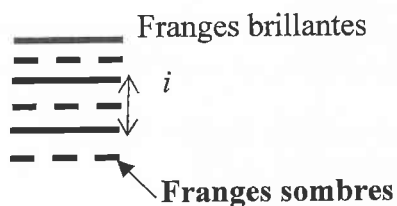
$$(2)-(1) \Leftrightarrow d_2^2 - d_1^2 = 2ax \Leftrightarrow (d_2 - d_1)(d_2 + d_1) = 2ax \Rightarrow d_2 - d_1 = \frac{2ax}{2D}$$

En faisant les approximations  $d_1 \approx d_2 \approx D$  et  $d_1 + d_2 = 2D$

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$$

d) Définition et calcul de l'interfrange

L'interfrange est la distance qui sépare deux franges consécutives de même nature



**NB : Le schéma ci-dessus n'est pas obligatoire**

La position des franges brillantes est donnée par la relation  $x = k \frac{\lambda D}{a}$

Pour  $k = 1$  ;  $x_1 = \frac{\lambda D}{a}$  et pour  $k = 2$  ;  $x_2 = \frac{2\lambda D}{a}$

$$i = x_2 - x_1 = \frac{2\lambda D}{a} - \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

**NB : Donnez les points si l'élève donne la formule sans démontrer**

3) Lois de l'effet photoélectrique

- Première loi : Pour un matériau donné, l'émission électronique est instantanée et ne se produit que si la longueur d'onde de la lumière est inférieure à une valeur  $\lambda_0$ , caractéristique du matériau c'est-à-dire sa fréquence supérieure à une valeur seuil  $\nu_0$  ou son énergie  $W$  supérieure à l'énergie d'extraction  $W_0$ .

$$\lambda \leq \lambda_0 \Rightarrow \nu \geq \nu_0 \Rightarrow W \geq W_0$$

- Deuxième loi : L'énergie cinétique initiale des électrons éjectés croît en fonction de la fréquence de la lumière incidente mais insensible à l'intensité de cette lumière

$$E_c = h(\nu - \nu_0) \quad 0,5$$

- Troisième loi : Le nombre d'électrons émis par unité de temps est une fonction croissante de l'intensité

0,5

#### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

| Définitions | Critères         | Indicateurs                                             | Points maximum             |
|-------------|------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1)          | Réponse correcte | a)                                                      | 0,50                       |
|             |                  | • Définition correcte et un exemple d'oscillateur libre |                            |
|             | Réponse correcte | • Définition correcte et un exemple d'oscillateur forcé | 0,50                       |
|             |                  | b) Applications pertinentes du laser                    | 0,50 (pour 2 applications) |

| Fentes de Young | Critères         | Indicateurs                                                                      | Points maximum |
|-----------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2)              | Réponse correcte | a) Schéma correct du dispositif avec le champ d'interférences                    | 0,50           |
|                 |                  | b) Interprétation correcte du phénomène d'interférences                          | 0,50           |
|                 |                  | c) Établissement correct de la relation donnant la différence de marche $\delta$ | 1              |
|                 |                  | d) Définition et calcul de l'interfrange                                         | 0,25           |
|                 |                  | • Définition correcte de l'interfrange                                           |                |
|                 |                  | • Expression correcte de l'interfrange                                           | 0,50           |

| Énoncé des lois de l'effet photoélectrique | Critères         | Indicateurs                          | Points maximum |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|
| 3)                                         | Réponse correcte | • Énoncé correct de la première loi  | 1              |
|                                            |                  | • Énoncé correct de la deuxième loi  | 0,50           |
|                                            |                  | • Énoncé correct de la troisième loi | 0,50           |

### B- EXERCICE : (6 pts)

À chaque instant l'intensité  $i$  est la même dans les deux dipôles et la tension

$$u = u_1 + u_2$$

Associons aux fonctions sinusoïdales  $i$ ,  $u_1$ , et  $u_2$  les vecteurs de Fresnel  $\vec{i}$ ,  $\vec{u}_1$ ,  $\vec{u}_2$  et  $\vec{u}$  représentés en valeurs efficaces, au même instant.

$$\vec{u} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$$

Multiplions scalairement par le vecteur  $\vec{i}$

$$\vec{u}\vec{i} = \vec{u}_1\vec{i} + \vec{u}_2\vec{i} \Rightarrow UI \cos \varphi = U_1 I \cos \varphi_1 + U_2 I \cos \varphi_2 \Rightarrow$$

$$\mathcal{P} = \mathcal{P}_1 + \mathcal{P}_2$$

### Autres méthodes

$$u = u_1 + u_2 \Leftrightarrow ui = u_1 i + u_2 i \Leftrightarrow \int_0^T u i dt = \int_0^T u_1 i dt + \int_0^T u_2 i dt \Leftrightarrow \frac{1}{T} \int_0^T u i dt = \frac{1}{T} \int_0^T u_1 i dt + \frac{1}{T} \int_0^T u_2 i dt$$

$$\text{D'où } \mathcal{P} = \mathcal{P}_1 + \mathcal{P}_2$$

Ou

$$P = RI^2 = R_1 I^2 + R_2 I^2$$

$$\text{D'où } \mathcal{P} = \mathcal{P}_1 + \mathcal{P}_2$$

2)

a) De l'expression de la puissance  $P_{AB}$  on tire l'intensité efficace  $I$  du courant

•  $I$

$$P_{AB} = RI^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P_{AB}}{R}} \text{ car AB est un résistor } 0,5$$

Application numérique :  $I = \sqrt{\frac{320}{5}} = 8 \text{ A}$

$$I = 8 \text{ A} \quad 0,5$$

•  $U_{AB}$

$$U_{AB} = RI = 5 \times 8 = 40 \text{ V} \quad 0,5$$

$$U_{AB} = 40 \text{ V} \quad 0,5$$

b) La puissance consommée dans AC

$$P_{AC} = P_{AB} + P_{BC} = 320 + 956 = 1276 \quad 0,5$$

$$P_{AC} = 1276 \text{ W} \quad 0,5$$

c) Le déphasage de  $u_{BC}$  par rapport à l'intensité instantanée

$$P_{BC} = U_{BC} I \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{P_{BC}}{U_{BC} I} \quad 0,5$$

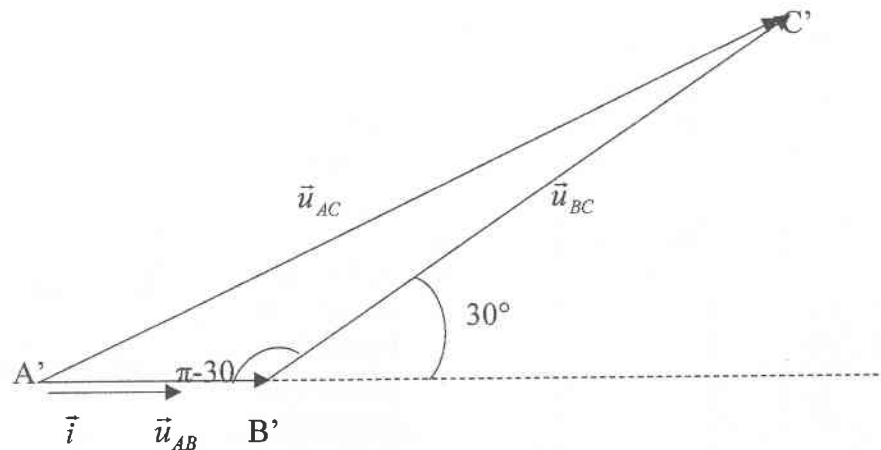
Application numérique

$$\cos \varphi = \frac{956}{138 \times 8} = 0,866 \Rightarrow \varphi = 30^\circ = 0,52 \text{ rd}$$

$$\varphi = 30^\circ = 0,52 \text{ rd} \quad 0,5$$

Dans un moteur de façon générale les bobinages auto-inductifs font que la tension est en avance sur le courant c'est-à-dire  $u_{BC}$  est en avance sur  $i$  de  $30^\circ$ .

d) Dédution de  $U_{AC}$



$$\overrightarrow{A'C'} = \overrightarrow{A'B'} + \overrightarrow{B'C'}$$

En élevant cette égalité au carré scalaire on a :

$$A'C'^2 = A'B'^2 + B'C'^2 + 2\overrightarrow{A'B'} \cdot \overrightarrow{B'C'}$$

$$\overrightarrow{A'B'} \cdot \overrightarrow{B'C'} = A'B' B'C' \cos(\overrightarrow{A'B'} \cdot \overrightarrow{B'C'})$$

En associant aux tensions instantanées les tensions efficaces on obtient :

$$U_{AC} = \sqrt{U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + 2U_{AB}U_{BC} \cos(U_{AB}, U_{BC})}$$

0,5

Application numérique  $U_{AC} = \sqrt{40^2 + 138^2 + 2 \times 40 \times 138 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} = 173,90 \approx 174V$

$$U_{AC} = 174 V$$

0,5

### Autre méthode

D'après le théorème de Pythagore

$$U_{AC}^2 = U_{AB}^2 + U_{BC}^2 - 2U_{AB}U_{BC} \cos(\pi - 30) \Leftrightarrow U_{AC} = \sqrt{U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + 2U_{AB}U_{BC} \cos 30} = 174V$$

### B- EXERCICE (6 pts)

| Exercice | Critères                          | Indicateurs                                                     |                                                                                              | Points maximum      |      |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|
| 1)       | Réponse correcte                  | Démonstration correcte de l'expression de la puissance moyenne  |                                                                                              | 1                   |      |
| 2)       | Réponse correcte                  | a)<br>• Déduction correcte de l'intensité efficace du courant I | Expression correcte                                                                          | 0,50                |      |
|          |                                   |                                                                 | Calcul exact                                                                                 | 0,25                |      |
|          |                                   |                                                                 | Unités correctes                                                                             | 0,25                |      |
|          |                                   | • Déduction correcte de la tension efficace $U_{AB}$            | Expression correcte                                                                          | 0,50                |      |
|          |                                   |                                                                 | Calcul exact                                                                                 | 0,25                |      |
|          |                                   |                                                                 | Unités correctes                                                                             | 0,25                |      |
|          |                                   | b) Détermination correcte de la puissance consommée dans AC     | Expression correcte                                                                          | 0,5                 |      |
|          |                                   |                                                                 | Calcul exact                                                                                 | 0,25                |      |
|          |                                   |                                                                 | Unités correctes                                                                             | 0,25                |      |
|          |                                   | Réponse correcte                                                | c) Détermination correcte du déphasage de $u_{BC}$ par rapport à l'intensité instantanée $i$ | Expression correcte | 0,50 |
|          |                                   |                                                                 |                                                                                              | Calcul exact        | 0,25 |
|          |                                   |                                                                 |                                                                                              | Unités correctes    | 0,25 |
|          | d) Déduction correcte de $U_{AC}$ |                                                                 | Expression correcte                                                                          | 0,50                |      |
|          |                                   |                                                                 | Calcul exact                                                                                 | 0,25                |      |
|          |                                   |                                                                 | Unités correctes                                                                             | 0,25                |      |

### C- PROBLÈME (8 pts)

#### I-

- 1) Par définition la distance entre deux crêtes successives correspond à la longueur d'onde donc :

$$\lambda = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

0,50

2)

- a) La valeur de la période

Par définition  $\lambda = VT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V}$  0,25

**Application numérique:**  $T = \frac{4 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-1}} = 10^{-2}$

$T = 10^{-2} \text{ s}$  0,25

b) Expression de l'élongation transversale  $Y_O$  du point O

À  $t = 0$  on a  $y = a$ ; avec propagation de l'onde dans le sens positif

En supposant l'équation de l'élongation de la forme

$Y = a \cos(\omega t + \varphi)$  ; On peut écrire

$t = 0 \Rightarrow y = a \Rightarrow a \cos \varphi = a \Rightarrow \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$  avec  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10^{-2}} = 200\pi \text{ rd/s}$

$Y_O = 10^{-3} \cos 200\pi t$  en mètre 0,5

3)

a) Expression de l'élongation transversale  $Y_M$  d'un point M de Ox, en fonction du temps  $t$  et de l'abscisse  $x$  de M mesurée sur Ox.

$Y_M = 10^{-3} \cos \frac{2\pi}{T} (t - \theta)$  avec  $\theta = \frac{x}{V}$  le retard horaire

D'où  $Y_M = 10^{-3} \cos \left( \frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi x}{VT} \right) = 10^{-3} \cos \left( 628t - \frac{628x}{0,4} \right) = 10^{-3} \cos(628t - 500\pi x)$

$Y_M = 10^{-3} \cos(628t - 500\pi x)$  en mètre 1

### Autre méthode

En supposant  $Y = a \sin(\omega t + \varphi)$

$t = 0 \Rightarrow y = a \Rightarrow a \sin \varphi = a \Rightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

D'où  $Y_O = 10^{-3} \sin \left( 200\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$  en mètre

b) Comparaison des vibrations en O et en M pour  $x = 1 \text{ cm}$

Pour  $x = 1 \text{ cm}$   $Y_M = 10^{-3} \cos(200\pi t - 500\pi \times 10^{-2}) = 10^{-3} \cos(200\pi t - 5\pi)$

Posons  $\varphi_1 = 200\pi t$  et  $\varphi_2 = 200\pi t - 5\pi$

Faisons :  $|\varphi_2 - \varphi_1| = 200\pi - 5\pi - 200\pi = 5\pi$ . La différence de phase étant un multiple impair de  $\pi$  alors les points O et M vibrent en opposition de phase pour  $x = 1$  cm.

**Autre méthode**

$$\text{Calculons } \frac{x}{\lambda} = \frac{10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 2,5 \Rightarrow x = 2,5\lambda = (2 + \frac{1}{2})\lambda$$

Alors les deux points vibrent en opposition de phase

4) Nombre des points du segment OA qui vibrent en phase avec O.

$$\text{On aura } \varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}(x' - x_0) = 2k\pi \Rightarrow k = \frac{x' - x_0}{\lambda} = \frac{23 \times 10^{-2} - 0}{4 \times 10^{-3}} = \frac{230}{4} = 57,5$$

Il y a donc 57 points qui vibrent en phase avec le point O

**Autre méthode**

Puisque le point d'amplitude est maximal on a :

$$x = k\lambda \Rightarrow k = \frac{x}{\lambda} = \frac{23 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 57,5$$

D'où  $k = 57$

### C- PROBLÈME (8 pts)

| I- | Critères         | Indicateurs                                                                           | Points maximum           |
|----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1) | Réponse correcte | Détermination correcte de la longueur d'onde                                          | 0,50                     |
| 2) | Réponse correcte | a) Détermination correcte de la valeur de la période                                  | Calcul exact<br>0,25     |
|    |                  |                                                                                       | Unités correctes<br>0,25 |
|    |                  | b) Établissement correct de l'expression de l'élongation $Y_O$                        | 0,50                     |
| 3) | Réponse correcte | a) Établissement l'expression de l'élongation transversale $Y_M$                      | 1                        |
|    |                  | b) Comparaison correcte des vibrations                                                | 0,50                     |
| 4) | Réponse correcte | Détermination correcte du nombre des points du segment OA qui vibrent en phase avec O | 1                        |

Faisons :  $|\varphi_2 - \varphi_1| = 200\pi - 5\pi - 200\pi = -195\pi$ . La différence de phase étant un multiple impair de  $\pi$  alors les points O et M vibrent en opposition de phase pour  $x = 1$  cm.

**Autre méthode**

$$\text{Calculons } \frac{x}{\lambda} = \frac{10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 2,5 \Rightarrow x = 2,5\lambda = (2 + \frac{1}{2})\lambda$$

Alors les deux points vibrent en opposition de phase

4) Nombre des points du segment OA qui vibrent en phase avec O.

$$\text{On aura } \varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda}(x' - x_0) = 2k\pi \Rightarrow k = \frac{x' - x_0}{\lambda} = \frac{23 \times 10^{-2} - 0}{4 \times 10^{-3}} = \frac{230}{4} = 57,5$$

Il y a donc 57 points qui vibrent en phase avec le point O

**Autre méthode**

Puisque le point d'amplitude est maximal on a :

$$x = k\lambda \Rightarrow k = \frac{x}{\lambda} = \frac{23 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 57,5$$

D'où  $k = 57$

### C- PROBLÈME (8 pts)

| I- | Critères         | Indicateurs                                                                           | Points maximum           |
|----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1) | Réponse correcte | Détermination correcte de la longueur d'onde                                          | 0,50                     |
| 2) | Réponse correcte | a) Détermination correcte de la valeur de la période                                  | Calcul exact<br>0,25     |
|    |                  |                                                                                       | Unités correctes<br>0,25 |
|    |                  | b) Établissement correct de l'expression de l'élongation $Y_O$                        | 0,50                     |
| 3) | Réponse correcte | a) Établissement l'expression de l'élongation transversale $Y_M$                      | 1                        |
|    |                  | b) Comparaison correcte des vibrations                                                | 0,50                     |
| 4) | Réponse correcte | Détermination correcte du nombre des points du segment OA qui vibrent en phase avec O | 1                        |

- 1) Justification de la variation d'activité d'un échantillon de bois au cours du temps.

Durant toute sa vie l'arbre échange du dioxyde de carbone avec l'atmosphère par la photosynthèse et la respiration maintenant, ainsi sa teneur en carbone 14. Lorsqu'il est abattu ou qu'il meure naturellement ces processus cessent et la quantité de carbone 14 qu'il renferme ne fait que décroître du fait des désintégrations radioactives, sans qu'elle ne soit remplacée. L'activité étant proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs présents, celle-ci décroît au cours du temps.

2)

- a) Établissons l'expression du temps  $t$ , en fonction des autres grandeurs physiques  $A(t)$ ,  $A_0$ , et  $\lambda$  sachant que :  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

Prenons le logarithme népérien de chaque membre de l'égalité :

$$\ln A(t) = \ln(A_0 e^{-\lambda t}) = \ln A_0 + \ln e^{-\lambda t} = \ln A_0 - \lambda t \Rightarrow t = \frac{\ln A_0 - \ln A(t)}{\lambda} \Rightarrow$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)}$$

- b) Calcul de  $t$

$$t = \frac{1}{1,244 \times 10^{-4}} \ln \frac{13,6}{12,0} = 1006$$

$$t = 1006 \text{ ans}$$

- 3) Déterminons l'année de fabrication du bateau ; soit  $a$  cette année

$$a = 1983 - 1006 = 977$$

$$a = 977 \text{ ans après Jésus-Christ}$$

4)

$$476 \text{ ans} < 977 \text{ ans} < 1492 \text{ ans}$$

Ce qui permet de confirmer que ce bateau daterait bien du Moyen Âge

| II- | Critères         | Indicateurs                                                                                | Points maximum |
|-----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)  | Réponse correcte | Justification correcte de la variation d'activité d'un échantillon                         | 0,5            |
| 2)  | Réponse correcte | a) Établissement correct de l'expression de $t$ en fonction de $A(t)$ , $A_0$ et $\lambda$ | 0,5            |
|     |                  | b) Calcul exact                                                                            | 0,75           |
|     |                  | Unités correctes                                                                           | 0,25           |
| 3)  | Réponse correcte | • Détermination correcte de l'année de fabrication du bateau                               | 0,75           |
|     |                  | • Unités correctes                                                                         | 0,25           |
| 4)  | Réponse correcte | Justification correcte de l'hypothèse                                                      | 1              |

---

CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2017

Série : TSE

ÉPREUVE : PHYSIQUE

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

---

A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

1)

- Définitions

**La radioactivité** est l'émission de particules radioactives par un élément radioactif (en général des noyaux lourds) *0,5*

**La période radioactive**  $T$  est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs est désintégrée *0,25*

**L'activité radioactive**  $A(t)$  d'une substance radioactive est le nombre moyen de désintégrations par seconde *0,25*

- Établissement des expressions

- Établissement de la loi de décroissance radioactive

Soit  $N(t)$  le nombre de noyaux radioactifs présents dans un échantillon radioactif, à l'instant  $t$ ,  $N(t+dt)$  le nombre de noyaux présents à  $t+dt$ . Le nombre moyen de noyaux qui se désintègrent est :

$$dN(t) = N(t+dt) - N(t) = -\lambda N(t)dt \text{ (le signe - indique qu'il y a diminution progressive de } N(t) \text{) ; où } \lambda \text{ est une constante qui dépend de l'élément radioactif.}$$

$$dN(t) = -\lambda N(t)dt \Rightarrow \frac{dN(t)}{N(t)} = -\lambda dt \Rightarrow \ln N(t) = -\lambda t + Cte$$

À  $t = 0$  on a  $\ln N_0 = Cte$  avec  $N_0$ , le nombre de noyaux initial

D'où  $\ln N(t) = -\lambda t + \ln N_0 \Rightarrow \boxed{N(t) = N_0 e^{-\lambda t}}$  (1 pt) 0,5

- Établissement de l'expression de la période radioactive T

On a par définition :  $N(t) = \frac{N_0}{2} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda T} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \boxed{T = \frac{\ln 2}{\lambda}}$  0,25

Elle s'exprime en seconde

- Établissement de l'expression de l'activité radioactive A(t)

On a par définition :  $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$

$\boxed{A(t) = A_0 e^{-\lambda t}}$  0,25

Elle s'exprime en désintégrations/seconde ou becquerel (Bq)

2) L'effet thermoélectronique est l'émission d'électrons par des matériaux (en général métallique) lorsqu'ils sont portés à des températures élevées. 1

Applications : diodes, triodes... 1

3)

Enoncé du premier principe de la thermodynamique : La variation d'énergie interne  $\Delta U$  d'un système entre un point A (état initial) et un point B (état final) est indépendante du chemin suivi. 1

Expression de la variation d'énergie interne :  $\Delta U = W + Q = cte$  avec  $W$  = le travail fourni et  $Q$  la quantité de chaleur échangée 1

NB : Acceptez tout énoncé correct du premier principe semblable à celui ci-dessus.

#### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

| Définitions et établissements | Critères         | Indicateurs                                                       | Points maximum |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)                            | Réponse correcte | • Définition correcte de la radioactivité                         | 0,5            |
|                               | Réponse correcte | • Définition correcte de la période radioactive                   | 0,25           |
|                               |                  | • Définition correcte de l'activité radioactive                   | 0,25           |
|                               | Réponse correcte | • Établissement correct de la loi de désintégration radioactive   | 0,5            |
|                               |                  | • Établissement correct de l'expression de la période radioactive | 0,25           |
|                               |                  | • Établissement correct de l'activité radioactive                 | 0,25           |

| Effet thermoélectronique | Critères         | Indicateurs                                                               | Points maximum           |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 2)                       | Réponse correcte | • Définition correcte de l'effet thermoélectronique                       | 1                        |
|                          |                  | • Deux applications pertinentes de l'effet thermoélectronique sont citées | 1<br>(0,5pt/application) |

| Énoncé du premier principe de la thermodynamique | Critères         | Indicateurs                                                             | Points maximum |
|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3)                                               | Réponse correcte | • Énoncé correct du premier principe de la thermodynamique              | 1              |
|                                                  |                  | • Expression correcte de l'expression de la variation d'énergie interne | 1              |

### B- EXERCICE : (6 pts)

1) Un courant alternatif est un courant qui change de sens deux fois par période. La différence avec le courant continu est que ce dernier ne change pas de sens. 0,5

NB : Le courant alternatif change de sens 100 fois pendant 1 s pour une fréquence de 50 Hz.

2)

a) Expression de l'impédance  $Z_C$  du condensateur

Par définition l'impédance d'une capacité pure est donnée par la relation

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C \times \frac{2\pi}{T}} = \frac{1}{2\pi C} \times T \Rightarrow Z_C = \frac{T}{2\pi C}$$

1,5

b) Écrivons cette expression sous la forme  $Z_C = aT$

$$Z_C = \frac{1}{2\pi C} \times T \quad \text{avec } a = \frac{1}{2\pi C}$$

0,75

c) Tracé de la courbe  $Z_C = f(T)$  (voir courbe)

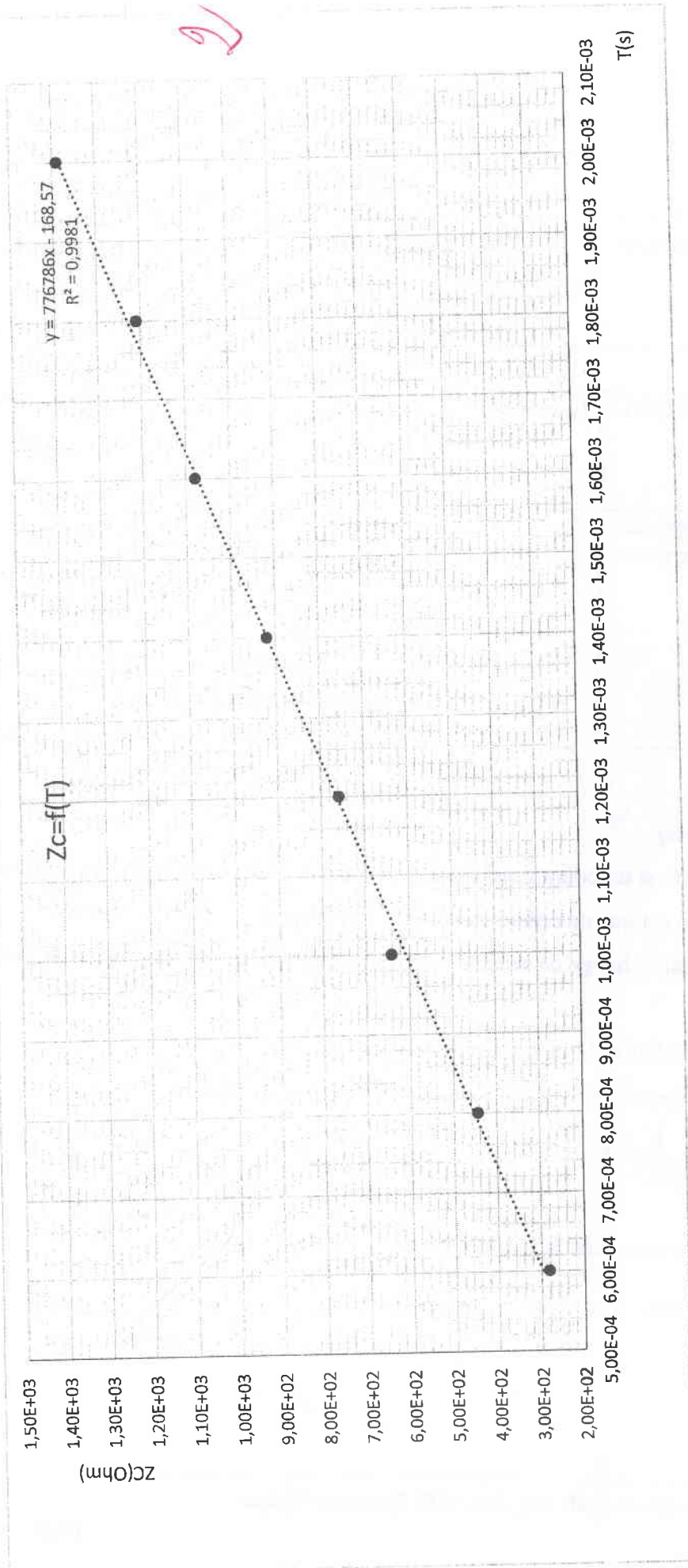


Figure-1 : Tracé de la courbe  $Z_C = f(T)$

3) En ajoutant une courbe de tendance (ou en calculant la pente) on trouve

$$a = 776\,786 \, \Omega/s$$

0,25

**NB : Acceptez les valeurs du même ordre de grandeur que celle-ci-dessus.**

Déduisons la valeur de la capacité

$$\frac{1}{2\pi C} = a \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi a}$$

0,5

**Application numérique :**

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 776\,786} = 2,049 \times 10^{-7} \, F = 20,50 \, \mu F$$

$$C = 20,50 \, \mu F$$

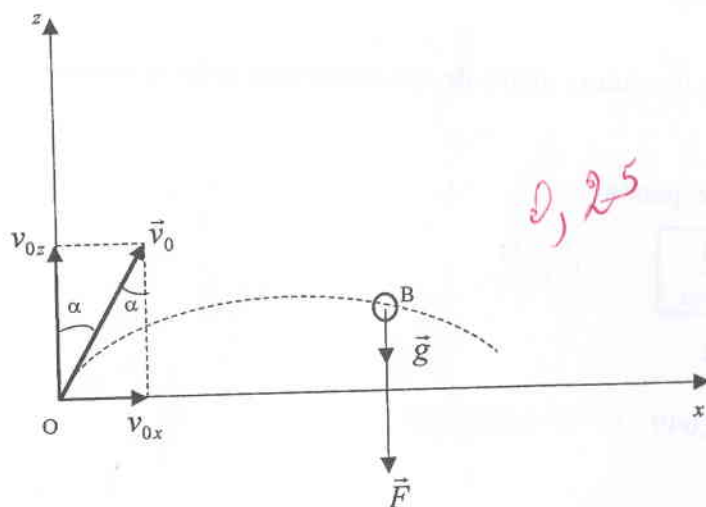
0,5

| Exercice | Critères         | Indicateurs                                                             | Points maximum |
|----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)       | Réponse correcte | • Définition correcte du courant alternatif                             | 0,25           |
|          |                  | • Différence correcte entre le courant alternatif et le courant continu | 0,25           |
| 2)       | Réponse correcte | Expression correcte de l'impédance $Z_C$ du condensateur                | 0,5            |
| 3)       | Réponse correcte | Écriture correcte de l'expression de $Z_C$ en fonction de $T$           | 1              |
| 4)       |                  | Tracé pertinent de la courbe $Z_C = f(T)$                               | 2              |
| 5)       | Réponse correcte | • Raisonnement cohérent pour déterminer la pente $a$                    | 0,75           |
|          |                  | • Expression correcte                                                   | 0,25           |
|          |                  | • Unités correctes                                                      | 0,25           |
|          |                  | • Déduction correcte de la capacité                                     | 0,5            |
|          |                  | • Expression correcte de la capacité $C$                                | 0,5            |
|          |                  | Calcul exact                                                            | 0,25           |
|          |                  | Unités exactes                                                          | 0,25           |

## C- PROBLÈME (8 pts)

### I-

#### 1) Les équations paramétriques du mouvement



Dans le repère terrestre, la balle B, lancée à la vitesse  $\vec{v}_0$ , est soumise 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  $t = 0$ , B part de O  $x_0 = 0$ ,  $z_0 = 0$

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

- 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

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

En intégrant de nouveau on aura :

$$\vec{OB} \begin{cases} x(t) = v_0 t \sin \alpha + x_0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \cos \alpha + z_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = 16t \sin \alpha \\ z(t) = -5t^2 + 16t \cos \alpha \end{cases} \quad \begin{matrix} 0,25 \\ 0,5 \end{matrix}$$

2)

- L'équation de la trajectoire

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

$t = \frac{x}{v_0 \sin \alpha}$  et en remplaçant dans l'expression de  $z$  on a :

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha = -\frac{1,95 \times 10^{-2}}{\sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha \quad (\text{SI}) \quad 0,5$$

- La trajectoire est un arc de parabole  $0,5$

3)

- a) Le temps que la balle met avant de descendre

Considérons S comme le sommet de la trajectoire et  $t_s$  le temps mis. En ce point  $v_z = 0$ .

De la relation  $z(t)$  on calcule  $v_z$ .

$$v_z = -gt + v_0 \cos \alpha = 0 \Rightarrow -gt_s + v_0 \cos \alpha = 0 \Rightarrow t_s = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \quad 0,25$$

**Application numérique**

$$t_s = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} = \frac{16 \cos 50}{10} = 1,028$$

$$t_s = 1,028 \text{ s} \quad 0,25$$

- b) La vitesse à la fin de cette phase

$$\vec{v}_s \begin{cases} v_{sx} = v_0 \sin \alpha \\ v_{sz} = 0 \end{cases} \Rightarrow v_s = \sqrt{v_{sx}^2 + v_{sz}^2} = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha} = v_0 \sin \alpha = 16 \sin 50 = 12,25 \quad 0,25$$

$$v_s = 12,25 \text{ m/s} \quad 0,25$$

4)

- a) L'altitude maximale atteinte par la balle à partir de son point de départ O.

**1<sup>ère</sup> Solution :** on utilise une loi horaire

$$\text{À } t_s = \frac{v_0 \cos \alpha}{g}, \quad z_s = -\frac{1}{2} g t_s^2 + v_0 t_s \cos \alpha \Rightarrow z_s = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} \quad 0,25$$

**2<sup>ème</sup> Solution :** on utilise la trajectoire

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha$$

$$\text{En S} \left( \frac{dz}{dx} \right)_{x=x_s} = 0 \Rightarrow -\frac{g}{2v_0^2} x_s + \cot \alpha = 0 \Rightarrow x_s = \frac{v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

En remplaçant  $x_s$  par son expression dans  $z$  on trouve  $z_s$

$$z_s = -\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha} x_s + x_s \cot \alpha = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$$

$$\boxed{z_s = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}}$$

**3<sup>ème</sup> Solution :** Le système (B, Terre) est conservatif. En O  $E_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0$  (en prenant  $E_p = 0$

en O)

$$\text{En S : } E_2 = \frac{1}{2}mv_s^2 + mgz_s \text{ avec } v_s = v_0 \sin \alpha$$

$$E_2 = E_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_s^2 + mgz_s \Rightarrow z_s = \frac{v_0^2 - v_s^2}{2g} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} \Rightarrow \boxed{z_s = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}}$$

**Application numérique :**

$$z_s = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{16^2 \cos^2 50}{2 \times 10} = 5,29$$

$$\boxed{z_s = 5,29 \text{ m}}$$

0,25

b) L'expression de la distance OP lorsque la balle retombe sur Ox en P.

**1<sup>ère</sup> Solution :** En P on a  $t_P$  et  $x_P$ . En ce point  $z_P = 0$

$$-\frac{1}{2}gt_P^2 + v_0 t_P \cos \alpha = 0 \Rightarrow t_P = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g}$$

$t_P = 0$  (ne convient pas)

$$\text{D'où } x_P = v_0 t_P \sin \alpha = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \text{ (car } \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha)$$

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

0,5

**2<sup>ème</sup> Solution :** On utilise l'équation de la trajectoire. En P on trouve  $x_P$  lorsque  $z_P = 0$

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha} x_P^2 + x_P \cot \alpha = 0 \Rightarrow x_P = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (x_P = 0 \text{ ne convient pas})$$

c) La valeur de  $\alpha$  pour laquelle OP est maximale

$x_s$  est maximal lorsque  $\sin 2\alpha$  est maximal c'est-à-dire égal à 1.

$$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rd} \quad 0,55$$

Sa valeur numérique

$$x_P = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{16^2 \sin \frac{\pi}{2}}{10} = 25,60$$

**$x_P = 25,60 \text{ m}$**  0,5

### C- PROBLÈME (8 pts)

#### I- (5 pts)

| I- | Critères         | Indicateurs                                           | Points maximum |
|----|------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| 1) | Réponse correcte | • Schéma correct avec les différences forces          | 0,25           |
|    |                  | • Expression correcte de $x(t)$                       | 0,25           |
|    |                  | • Expression correcte de $z(t)$                       | 0,50           |
| 2) | Réponse correcte | • Expression correcte de l'équation de la trajectoire | 0,50           |
|    |                  | • Nature de la trajectoire correcte                   | 0,5            |
| 3) | Réponse correcte | a) • Expression correcte du temps $t_s$               | 0,25           |
|    |                  | • Calcul et unités exacts du temps $t_s$              | 0,25           |
|    |                  | b) • Expression correcte de la vitesse $v_s$          | 0,25           |
|    |                  | • Calcul et unités exacts de la vitesse $v_s$         | 0,25           |
| 4) | Réponse correcte | a) • Expression correcte de l'altitude maximale       | 0,25           |

|  |  |    |                                                        |      |
|--|--|----|--------------------------------------------------------|------|
|  |  |    | • Calcul et unités exacts de l'altitude maximale       | 0,25 |
|  |  | b) | Expression correcte de la distance OP                  | 0,5  |
|  |  | c) | • Expression correcte de $\alpha$                      | 0,25 |
|  |  |    | • Calcul et unités exacts de $\alpha$                  | 0,25 |
|  |  |    | • Calcul et unités exacts de la valeur numérique de OP | 0,5  |

## II (3 pts)

1) La longueur d'onde  $\lambda_0$  (dans le vide) caractérisant le seuil photoélectrique.

Au seuil photoélectrique, l'énergie d'un photon est égale au travail d'extraction du métal soit :

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \boxed{\lambda_0 = \frac{hc}{W_0}} \quad 0,5$$

**Application numérique :**

$$\lambda_0 = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2,1 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 5,91 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\boxed{\lambda_0 = 0,591 \mu\text{m}} \quad 0,25$$

2) On remarque que  $\lambda_1 < \lambda_0$  et  $\lambda_2 > \lambda_0$ . On observera donc un effet photoélectrique dû à la radiation de longueur d'onde  $\lambda_1$ . 0,5

3)

a) Le nombre d'électrons émis par la cathode par seconde. On remarque  $\lambda_3 < \lambda_0$ ; il y aura donc effet photoélectrique. Si l'intensité n'augmente plus avec  $U_{AC}$  c'est qu'elle a atteint sa valeur maximale appelée « intensité de saturation ». Tous les électrons émis par la cathode C sont captés par l'anode A. Soit  $n_e$  le nombre d'électrons émis (ou captés par seconde).

$$I = n_e e \Rightarrow \boxed{n_e = \frac{I}{e}} \quad 0,25$$

**Application numérique :**

$$n_e = \frac{12,5 \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}} = 7,81 \times 10^{13}$$

$$\boxed{n_e = 7,81 \times 10^{13} \text{ électrons}} \quad 0,25$$

b) La puissance lumineuse reçue par la cathode

Chaque seconde la cathode est frappée par  $n_p$  photons ; calculons  $n_p$

$$\frac{2}{100} = \frac{n_e}{n_p} \Rightarrow n_p = \frac{100 \times n_e}{2} = \frac{100 \times 7,81 \times 10^{13}}{2} = 3,90 \times 10^{15}$$

$$n_p = 3,90 \times 10^{15} \text{ photons}$$

0,25

Chaque photon apporte l'énergie  $\frac{hc}{\lambda}$  ; l'énergie lumineuse apportée par seconde c'est-

à-dire la puissance lumineuse reçue par la cathode est :

$$P = n_p \frac{hc}{\lambda_3}$$

0,25

Application numérique :

$$P = 3,90 \times 10^{15} \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0,48 \times 10^{-6}} = 161,36 \times 10^{-5}$$

$$P = 161,36 \times 10^{-5} \text{ W}$$

0,25

NB : Pour la question b) si le raisonnement est correcte et la réponse donnant la puissance correcte, il faut donner le nombre total des points sans tenir compte du détail donnant le nombre de photons.

II- (3 pts)

| II- | Critères         | Indicateurs                                                   | Points maximum |
|-----|------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)  | Réponse correcte | • Expression correcte de la longueur d'onde seuil $\lambda_0$ | 0,5            |
|     |                  | • Calcul exact                                                | 0,25           |
| 2)  | Réponse correcte | • Choix correct de $\lambda_1$                                | 0,5            |
|     |                  | • Justification correcte du choix de $\lambda_1$              | 0,5            |
| 3)  | Réponse correcte | a) • Expression correcte du nombre d'électrons $n_e$          | 0,25           |
|     |                  | • Calcul exact de $n_e$                                       | 0,25           |
|     |                  | b) • Calcul correct du nombre de photons                      | 0,25           |
|     |                  | • Expression correcte de la puissance lumineuse $P$           | 0,25           |
|     |                  | • Calcul et unités exacts                                     | 0,25           |

## CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2018

Série : TSE

ÉPREUVE : PHYSIQUE

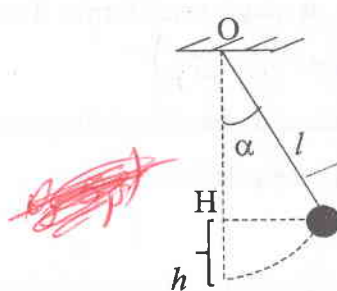
DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

1)

- Un pendule simple, est un point matériel de masse  $m$ , suspendu à un fil inextensible de masse négligeable, et qui oscille sous l'action de son seul poids. 0,5 pt
- Équation différentielle du pendule simple à partir de l'énergie mécanique



L'énergie mécanique est  $E = E_C + E_p$  avec  $E_C$  l'énergie cinétique et  $E_p$  l'énergie potentielle. En désignant par  $\alpha$  l'élongation angulaire et  $J$  le moment d'inertie de la masse  $m$  on a :

$$E_C = \frac{1}{2} J \dot{\alpha}^2 \text{ avec } \dot{\alpha} \text{ la vitesse angulaire et } E_p = mgh$$

$$\cos \alpha = \frac{OH}{l} \Rightarrow OH = l \cos \alpha \text{ d'une part}$$

$$\text{D'autre part } h = l - OH = l - l \cos \alpha$$

$$\text{D'où } E_p = mgl(1 - \cos \alpha)$$

$$\text{Alors } E = \frac{1}{2} J \dot{\alpha}^2 + mgl - mgl \cos \alpha \Leftrightarrow \dot{E} = \frac{dE}{d\alpha} = 2 \times \frac{1}{2} \times J \ddot{\alpha} + 0 + mgl \dot{\alpha} \sin \alpha$$

$$\Leftrightarrow \dot{E} = J \ddot{\alpha} + mgl \dot{\alpha} \sin \alpha = \dot{\alpha} (J \ddot{\alpha} + mgl \sin \alpha)$$

$$\text{L'énergie mécanique se conserve c'est-à-dire } \dot{E} = 0 \Leftrightarrow \dot{\alpha} (J \ddot{\alpha} + mgl \sin \alpha) = 0$$

$\ddot{\alpha} \neq 0 \Rightarrow J\ddot{\alpha} + mgl \sin \alpha = 0$  ; pour des angles faibles  $\sin \alpha \approx \alpha (rd)$  en admettant  $J = ml^2$  on a :

$$\boxed{\ddot{\alpha} + \frac{g}{l} \alpha = 0} \quad \text{Équation différentielle du mouvement} \quad 1pt$$

- Expression de la pulsation et de la période propres respectivement  $\omega_0$  et  $T_0$

Posons  $\omega_0^2 = \frac{g}{l} \Rightarrow \boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}}$  0,75 pt

Par définition  $\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}}$  0,75 pt

**NB : Donnez les points si l'élève démontre ou s'il donne les formules comme ci-dessus**

2)

- Interférences mécaniques : c'est la superposition d'ondes mécaniques de même nature et de fréquences égales (ou voisines) qui se manifeste par une variation dans le temps ou dans l'espace de l'amplitude résultante des ondes. 0,5 pt
- Longueur d'onde : C'est la périodicité dans l'espace d'une oscillation ou la distance entre deux oscillations maximales (ou minimales) 0,5 pt
- Le son est une vibration mécanique d'un fluide qui se propage sous forme d'ondes longitudinales grâce à la déformation élastique de ce fluide. 0,5 pt
- Équivalent en eau d'un calorimètre : C'est la quantité d'eau qui absorberait la quantité de chaleur absorbée par le calorimètre et ses accessoires (vase calorimétrique + thermomètre + agitateur...) 0,5 pt

3) Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence constitué de photons dont la longueur d'onde est comprise approximativement entre 0,001 nanomètre et 10 nanomètres ( $10^{-12}$  m et  $10^{-8}$  m), correspondant à des fréquences de ( $3 \times 10^{16}$  Hz à  $3 \times 10^{20}$  Hz). 0,5 pt

Applications des rayons X:

- En médecine dans le domaine de l'imagerie médicale : la radiographie (intérêt diagnostic), la radiothérapie (technique utilisée pour guérir) le scanner...
- En industrie: le contrôle technique en mécanique (le passage aux rayons X permet de détecter des microfissures non visibles à l'œil nu sur certaines pièces mécaniques), la sécurité anti-terroriste dans les lieux publics, dans l'art (étude des

œuvres grâce aux rayons X):

**NB : Acceptez toutes définitions ou applications correctes**

**QUESTIONS DE COURS (6 pts)**

| 1) Pendule simple | Critères         | Indicateurs                                                                                                                           | Points maximum |
|-------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                   | Réponse correcte | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte du pendule simple</li> </ul>                                               | 0,5            |
|                   | Réponse correcte | <ul style="list-style-type: none"> <li>Établissement correct de l'équation différentielle du mouvement d'un pendule simple</li> </ul> | 1              |
|                   |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Expression correcte de la pulsation</li> </ul>                                                 | 0,5            |
|                   |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Expression correcte de la période</li> </ul>                                                   | 0,5            |

| 2) Définitions | Critères         | Indicateurs                                                                                                | Points maximum |
|----------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                | Réponse correcte | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte des interférences mécaniques</li> </ul>         | 0,5            |
|                |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte de la longueur d'onde</li> </ul>                | 0,5            |
|                |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte du son</li> </ul>                               | 0,5            |
|                |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte de la valeur en eau d'un calorimètre</li> </ul> | 0,5            |

| 3) Rayons X | Critères         | Indicateurs                                                                                  | Points maximum             |
|-------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|             | Réponse correcte | <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition correcte des Rayons X</li> </ul>           | 0,5                        |
|             |                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deux applications pertinentes des Rayons X</li> </ul> | 0,5 (0,25 pt/ application) |

**B- EXERCICE : (6 pts)**

1)

a) Le référentiel choisi est le référentiel terrestre, il doit être galiléen

1 pt

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

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

1 pt

**NB : Donnez les points si l'élève énonce le théorème ou s'il donne la formule**

2) Évaluons la variation d'énergie cinétique entre les points B et M

Choisissons les deux dates :

La date  $t_1$  est celle à laquelle le solide commence à monter la rampe en B

La date  $t_2$  est celle à laquelle le solide arrive au point M et s'arrête :  $v_M = 0$

$$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = E_C(M) - E_C(B)$$

$$E_C(M) = \frac{1}{2}mv_M^2 = 0. \text{ Donc}$$

$$\Delta E_C = -E_C(B)$$

1 pt

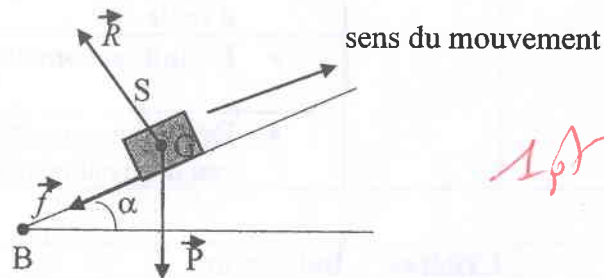
**Application numérique :**

$$\Delta E = -90J$$

0,5 pt

3)

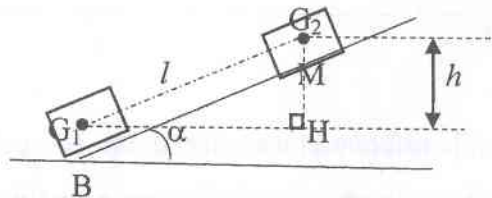
a) Schéma du bilan des forces extérieures appliquées au solide



1 pt

**NB : Si l'élève met la force de frottements sur le centre de gravité lui donner les points ou s'il fait comme le schéma ci-dessus lui donner les points**

b) La distance ( $BM = l$ ) que le centre d'inertie du solide peut parcourir sur la rampe BC avant de s'arrêter à cause des frottements



Dans le triangle  $G_1G_2H$

$$\sin \alpha = \frac{G_2H}{G_1G_2} = \frac{h}{l} \Rightarrow h = l \sin \alpha$$

$W_{12}(\vec{P}) = -mgl \sin \alpha$  (car le solide s'élève  $\vec{P}$  est donc de sens opposé à celui du mouvement)

$W_{12}(\vec{R}) = 0$  ; car R est perpendiculaire au déplacement

$W_{12}(\vec{f}) = -fBM = -fl$  ; opposé au sens du mouvement

Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit donc :

$$\Delta E_C = \sum W_{12}(\vec{F}_{ext}) \Leftrightarrow -E_C(B) = -mgl \sin \alpha - fl \Leftrightarrow l = \frac{E_C(B)}{mg \sin \alpha + f}$$

$$l = \frac{E_C(B)}{mg \sin \alpha + f}$$

1,61

**Application numérique :**

$$l = \frac{90}{5,0 \times 9,8 \times \sin 30^\circ + 5,0} = 3,05 \approx 3,10 \text{ m}$$

$$l = 3,10 \text{ m}$$

0,58

#### A- EXERCICE

| Exercice | Critères         | Indicateurs                                                                    | Points maximum                         |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1)       | Réponse correcte | a) Le référentiel choisi est correct                                           | 1                                      |
|          |                  | b) Énoncé correct du théorème de l'énergie cinétique                           | 1                                      |
| 2)       | Réponse correcte | Expression correcte de la variation d'énergie cinétique $\Delta E_C$ du solide | 1                                      |
|          |                  | Calcul de $\Delta E_C$ exact                                                   | 0,25                                   |
|          |                  | Unité de $\Delta E_C$ correcte                                                 | 0,25                                   |
| 3)       |                  | a) Schéma et bilan des forces extérieures appliquées au solide correct         | 1                                      |
|          |                  | b) La distance (BM = l) que le centre d'inertie du solide peut parcourir       | • Expression correcte de la distance l |
|          |                  |                                                                                | • Calcul exact                         |
|          |                  |                                                                                | • Unité exacte                         |

## C-PROBLÈME (8 pts)

### I - (4 pts)

#### Détermination des caractéristiques d'une bobine et calcul des tensions

1) La résistance et l'auto-inductance de la bobine

- La résistance de la bobine

$R = \rho \frac{l_f}{S_f}$  Avec  $l_f$  = la longueur du fil et  $S_f$  sa section alors on aura :

$$R = \rho \frac{l_f}{S_f} = \rho \frac{2\pi r_B N}{\pi r_f^2} = \rho \frac{2r_B N}{r_f^2}$$

$$R = \rho \frac{2r_B N}{r_f^2}$$

0,25 pt

Application numérique :

$$R = 1,5 \times 10^{-3} \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times 750}{(0,4 \times 10^{-3})^2} = 70312,5 \times 10^3 \Omega$$

$$R = 70312,5 \times 10^3 \Omega$$

0,25 pt

- L'auto-inductance de la bobine

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S_B}{l_B} = \mu_0 \frac{N^2 \pi r_B^2}{l_B}$$

0,25 pt

Application numérique :

$$L = 4 \times \pi \times 10^{-7} \frac{750^2 \times \pi \times (5 \times 10^{-2})^2}{0,6} = 9,24 \times 10^{-3}$$

$$L = 9,24 \times 10^{-3} \text{H}$$

0,25 pt

2) L'intensité  $I$  du courant continu, en régime permanent

Lorsque le régime permanent est atteint, en prenant dans le sens + comme le sens de

ce courant, c'est-à-dire de B vers A dans la bobine  $i = I = \text{Cte}$ . Par suite  $e = -L \frac{di}{dt} = 0$ .

La loi d'Ohm aux bornes de la bobine s'écrit  $u_{BA} = Ri + L \frac{di}{dt} = Ri$

Comme  $U_{BA} = U_{PN}$  il s'ensuit que :

$$I = i = \frac{U_{PN}}{R}$$

0,25pt

**Application numérique :**

$$I = \frac{24}{70312,5 \times 10^3} = 3,41 \times 10^{-7} \text{ A}$$

$$I = 3,41 \times 10^{-7} \text{ A}$$

0,25pt

- 3) La variation du flux propre  $\Phi_p$  à travers le circuit au cours de l'établissement du courant précédent

Le flux propre  $\Phi_p$  a pour expression  $\phi_p = Li$

- Lorsque l'interrupteur est levé,  $i = 0$ ;  $\Phi_p = 0$ .
- En régime permanent (interrupteur baissé)  $i = I = 3,41 \times 10^{-7} \text{ A}$ ;  $\Phi_p = 0,4 \times 3,41 \times 10^{-7} = 1,36 \times 10^{-7} \text{ Wb}$ .

$$\Phi_p = 1,36 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$

0,25pt

- 4) La f.é.m. d'auto-induction dans l'intervalle  $0 \leq t < 0,2\text{s}$ ; et pour  $t > 0,2\text{s}$

- Pour  $0 \leq t < 0,2\text{s}$ ,  $i$  est une fonction linéaire de  $t$ ;  $i = at$ . Pour déterminer  $a$ , admettons que le couple  $(0,2\text{s}; 4 \text{ A})$  doit vérifier cette relation:

D'où :  $4 = a \times 0,2 \Rightarrow a = \frac{4}{0,2} = 20$  alors  $i = 20t$ . Pendant ce temps :

$$e = -L \frac{di}{dt} = -0,4 \times 20 = -8\text{V}$$

$$e = -8 \text{ V}$$

0,5pt

**Autre méthode:**

$$e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$\text{Avec } \begin{cases} \Delta t = 0,2 - 0 = 0,2\text{s} \\ \Delta i = 4 - 0 = 4\text{A} \end{cases}$$

$$\text{D'où } e = -0,4 \left( \frac{4}{0,2} \right) = -8\text{V}$$

- Pour  $t > 0,2 \text{ s}$ ,  $i$  devient constant d'où :

$$e = 0 \text{ V}$$

0,5pt

- 5) Les valeurs correspondantes de  $u_{BA}$

- Pour  $0 \leq t \leq 0,2\text{s}$ ,

$$u_{BA} = 70312,5 \times 10^3 (20t) + 8 \text{ (V)}$$

0,5 pt

- Pour  $t > 0,2 \text{ s}$

$$u_{BA} = 70312,5 \times 10^3 \times 4 = 2811250 \times 10^3 \text{ V}$$

0,5 pt

#### I- (4 pts)

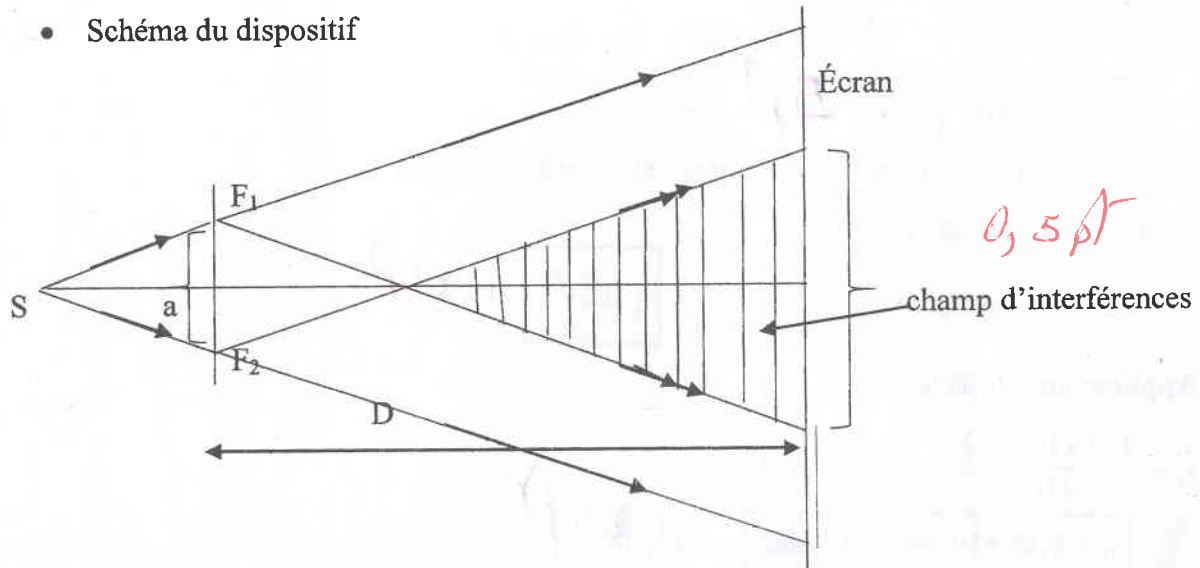
| I- | Critères         | Indicateurs                                                        | Points maximum |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1) | Réponse correcte | • Expression correcte de la résistance R                           | 0,25           |
|    |                  | • Calcul et unité de R exacts                                      | 0,25           |
|    |                  | • Expression correcte L                                            | 0,25           |
|    |                  | • Calcul et unité de L exacts                                      | 0,25           |
| 2) | Réponse correcte | • Expression correcte de l'intensité I                             | 0,25           |
|    |                  | Calcul et unité de I exacts                                        | 0,25           |
| 3) | Réponse correcte | • Réponse correcte lorsque l'interrupteur est baissé               | 0,25           |
|    |                  | • Réponse correcte lorsque l'interrupteur est levé                 | 0,25           |
| 4) | Réponse correcte | • Réponse de la f.e.m correcte pour $0 \leq t < 0,2\text{s}$       | 0,5            |
|    |                  | • Réponse de la f.e.m correcte pour $t > 0,2\text{s}$              | 0,5            |
| 5) | Réponse correcte | • Expression correcte de $u_{BA}$ pour $0 \leq t \leq 0,2\text{s}$ | 0,5            |
|    |                  | • Réponse de $u_{BA}$ correcte pour $t > 0,2 \text{ s}$            | 0,5            |

## II (4 pts)

1)

a)

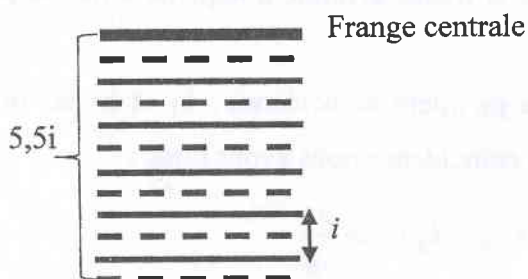
- Schéma du dispositif



- Description du phénomène observé

Lorsque la source S éclaire les deux fentes  $F_1$  et  $F_2$ , la lumière issue de S est diffractée par ces dernières. Sur l'écran on observe dans la partie commune aux deux faisceaux diffractés des bandes rectilignes parallèles alternativement brillantes et sombres. Ces franges sont obtenues quelle que soit la position de l'écran dans le champ d'interférences : elles sont non localisées (délocalisées).

- b) Dédution de la valeur de longueur d'onde  
Franges brillantes



La distance entre la frange centrale et la sixième frange sombre correspond à  $5,5i$  avec  $i$  l'interfrange. On aura donc :

$$5,5i = d \Leftrightarrow 5,5 \frac{\lambda D}{a} = d \Leftrightarrow \lambda = \frac{a \times d}{5,5D}$$

$$\lambda = \frac{a \times d}{5,5D}$$

0,5 pt

**Application numérique :**

$$\lambda = \frac{2 \times 10^{-3} \times 3,3 \times 10^{-3}}{5,5 \times 2} = 0,60 \times 10^{-3} \mu\text{m}$$

$$\lambda = 0,60 \mu\text{m}$$

0,5 pt

2) Calcul des interfranges  $i_1$  et  $i_2$  des deux systèmes de franges

- L'interfrange  $i_1$

Par définition on a :

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a}$$

0,25 pt

**Application numérique :**

$$i_1 = \frac{0,45 \times 10^{-6} \times 2}{2 \times 10^{-3}} = 0,45 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$i_1 = 0,45 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,45 \text{ mm}$$

0,25 pt

- L'interfrange  $i_2$

$$i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a}$$

0,25 pt

**Application numérique :**

$$i_2 = \frac{0,60 \times 10^{-6} \times 2}{2 \times 10^{-3}} = 0,60$$

$$i_2 = 0,60 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,60 \text{ mm}$$

0,25 pt

3) La plus petite distance comptée à partir de la frange centrale à laquelle a lieu la première coïncidence des deux systèmes de franges.

Supposons  $x$  la distance à laquelle a lieu la première coïncidence ;  $k_1$  et  $k_2$  les ordres de coïncidence pour  $i_1$  et  $i_2$  respectivement. À la coïncidence nous avons donc :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Leftrightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Leftrightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \Leftrightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{k_1}{k_2}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{k_1}{k_2}$$

0,5 pt

**Application numérique :**

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{k_1}{k_2} \Leftrightarrow \frac{0,60}{0,45} = \frac{k_1}{k_2} \Leftrightarrow \frac{4}{3} = \frac{k_1}{k_2}$$

C'est-à-dire  $\begin{cases} k_1 = 4 \\ k_2 = 3 \end{cases}$

D'où  $x = 4 \times 0,45 = 3 \times 0,60 = 1,8 \text{ mm}$

$x = 1,8 \text{ mm}$

0,5 pt

**NB : Acceptez toute réponse obtenue avec un raisonnement cohérent, aboutissant à ce résultat.**

**II- (4 pts)**

| II- | Critères         | Indicateurs                                  |                                                       | Points maximum |
|-----|------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| 1)  | Réponse correcte | a)                                           | • Schéma correct du dispositif expérimental           | 0,5            |
|     |                  |                                              | • Description du phénomène                            | 0,5            |
|     |                  | b)                                           | • Expression correcte de la longueur d'onde $\lambda$ | 0,5            |
|     |                  |                                              | • Calcul de $\lambda$ exact                           | 0,25           |
|     |                  |                                              | • Unité de $\lambda$ exacte                           | 0,25           |
| 2)  | Réponse correcte | • Expression correcte de l'interfrange $i_1$ |                                                       | 0,25           |
|     |                  | • Calcul et unité exacts de $i_1$            |                                                       | 0,25           |
|     |                  | • Expression correcte de l'interfrange $i_2$ |                                                       | 0,25           |
|     |                  | • Calcul et unité exacts de $i_2$            |                                                       | 0,25           |
| 3)  | Réponse correcte | • Expression correcte de la distance $x$     |                                                       | 0,5            |
|     |                  | • Calcul exact de la distance $x$            |                                                       | 0,25           |
|     |                  | • Unité correcte de la distance $x$          |                                                       | 0,25           |

## CORRIGÉ DU BACCALAURÉAT MALIEN

SESSION DE : JUIN 2019

Série : TSE

ÉPREUVE : PHYSIQUE

DURÉE : 3 heures

COEFFICIENT : 3

### A- QUESTIONS DE COURS (6 pts)

- 1) a) 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.

- b) Expression de l'énergie pour un solide en translation

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

0,5

- c) Énoncé de la loi de Lenz : Le courant induit a, un sens tel que le flux induit qu'il crée s'oppose aux variations du flux inducteur.

Ou

La fém induite tend par ses conséquences à s'opposer à la cause qui lui a donné naissance.

0,5

- d) Définition des termes ou expressions suivants :

- Le laser: C'est une source de lumière émettant des faisceaux très puissants et très fins.
- Le mouvement vibratoire: Un mouvement vibratoire est un mouvement périodique qui s'effectue de part et d'autre d'une position d'équilibre.
- Une onde électromagnétique : C'est une onde (perturbation) composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique dont les amplitudes varient de

0,5

0,5

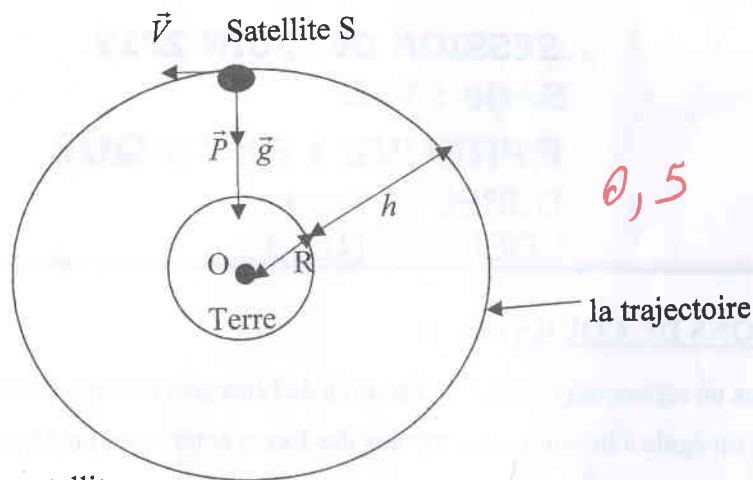
0,5

façon sinusoïdale et qui oscillent en même temps mais dans deux plans perpendiculaires.

**NB Acceptez toute autre définition correcte**

- Propriétés : On peut citer entre autres : la réflexion, la réfraction, la diffraction, l'absorption... 0,5

c) Établissons l'expression de la vitesse et de la période T du satellite



a) La vitesse linéaire du satellite

En appliquant la relation fondamentale de la dynamique au mouvement du satellite S on

peut écrire :  $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} = \vec{P} = m \vec{g}$

On a alors  $a = g$

avec  $g = g_0 \frac{R^2}{r^2}$  où  $r = R + h$

Le satellite étant animé d'un mouvement circulaire uniforme on peut écrire :

$$a = \frac{V^2}{r} \text{ d'où } V = R \sqrt{\frac{g_0}{r}} = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}}$$

$$V = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h}}$$

Déduisons l'expression de la période T à partir de la vitesse angulaire

La vitesse angulaire  $\square \square$

$$\square \square \quad \omega = \frac{V}{r} = R \sqrt{\frac{g_0}{r^3}} = R \sqrt{\frac{g_0}{(R+h)^3}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{g_0}} = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0}}$$

$$T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0}}$$

0,5

**NB : Acceptez toute autre démonstration correcte aboutissant au même résultat**

**QUESTIONS DE COURS (6 pts)**

| 1) Énoncé & définitions        | Critères         | Indicateurs |                                                                                    | Points maximum                 |
|--------------------------------|------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                | Réponse correcte | a)          | Énoncé correct du théorème de l'énergie cinétique                                  | 1                              |
|                                |                  | b)          | Expression correcte de la variation d'énergie cinétique d'un solide en translation | 0,5                            |
|                                |                  | c)          | Énoncé correct de la loi de Lenz                                                   | 0,5                            |
|                                |                  | d)          | • Définition correcte du laser                                                     | 0,5                            |
|                                |                  |             | • Définition correcte du mouvement vibratoire                                      | 0,5                            |
|                                |                  |             | • Définition correcte d'une onde électromagnétique                                 | 0,5                            |
|                                |                  |             | • Deux propriétés pertinentes des ondes électromagnétiques sont citées             | 0,5 soit 0,25 pt par propriété |
|                                |                  |             |                                                                                    |                                |
| 2) Établissement d'expressions | Critères         | Indicateurs |                                                                                    | Points maximum                 |
|                                | Réponse correcte | a)          | • Schéma correct du satellite autour de la Terre                                   | 0,5                            |
|                                |                  |             | • Établissement correct de l'expression de la vitesse linéaire du satellite        | 1                              |
|                                |                  | b)          | Déduction correcte de l'expression de la période T du satellite                    | 0,5                            |

### B- EXERCICE : (6 pts)

1) La température finale du mélange

Posons  $m_g = 40$  g (masse de glace) à  $t_1 = -78^\circ\text{C}$  ;  $m_e = 560$  g (masse d'eau) à  $t_2 = 25^\circ\text{C}$ .

La quantité de chaleur absorbée par la glace soit  $Q_1$

$$Q_1 = m_g c_g (0 - t_1) + m_g L + m_g c_e (t_f - 0) = -m_g c_g t_1 + m_g L + m_g c_e t_f \quad 0,5$$

Quantité de chaleur cédée par les 560 g d'eau

$$Q_2 = m_e c_e (t_2 - t_f) \quad 0,5$$

Le principe de la conservation de la chaleur nous permet d'écrire :  $Q_1 = Q_2$

$$-m_g c_g t_1 + m_g L + m_g c_e t_f = m_e c_e (t_2 - t_f) \Rightarrow -m_g c_g t_1 + m_g L - m_e c_e t_2 = -m_g c_e t_f - m_e c_e t_f \Rightarrow$$

$$t_f = \frac{-m_g c_g t_1 + m_g L - m_e c_e t_2}{-m_g c_e - m_e c_e} = \frac{m_g c_g t_1 - m_g L + m_e c_e t_2}{m_g c_e + m_e c_e} \quad 0,5$$

Application numérique :

$$t_f = \frac{-40 \times 2,15(-78) + 40 \times 336 - 560 \times 4,2 \times 25}{-40 \times 4,2 - 560 \times 4,2} = 15,33^\circ\text{C}$$

$$t_f = 15,33^\circ\text{C} \quad 0,5$$

2) Il ne reste plus de glace dans le mélange car  $15,33^\circ\text{C} > 0^\circ\text{C}$  (qui correspond à la température de solidification de l'eau)  $2$

3) La quantité de chaleur échangée

Elle peut être calculée à partir de l'expression de  $Q_1$  ou de celle de  $Q_2$

$$Q_1 = -m_g c_g t_1 + m_g L + m_g c_e t_f = -40 \times 2,15 \times (-78) + 40 \times 336 + 40 \times 4,20 \times 15,33 = 22733,44 \text{ J}$$

$$Q_1 = 22723,44 \text{ J} \quad 2$$

Ou

$$Q_2 = m_e c_e (t_2 - t_f) = 560(25 - 15,33) \times 4,20 = 22743,84 \text{ J}$$

$$Q_2 = 22743,84 \text{ J}$$

On remarque que  $Q_1 = Q_2$  à quelques dizaines de joules près

**NB : La quantité de chaleur échangée peut être calculée en utilisant l'une ou l'autre des expressions (c'est-à-dire  $Q_1$  ou  $Q_2$ )**

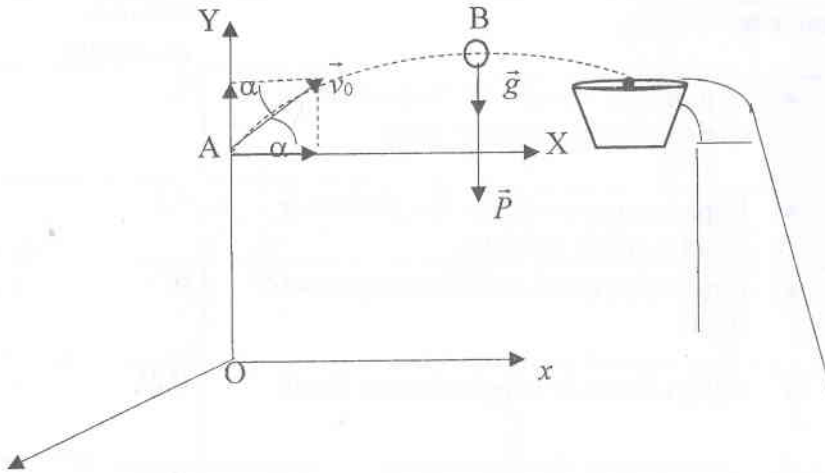
**B- EXERCICE**

| Exercice | Critères         | Indicateurs                                                           | Points maximum |
|----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)       | Réponse correcte | • Expression correcte de la quantité de chaleur absorbée par la glace | 0,5            |
|          |                  | • Expression correcte de la quantité de chaleur cédée par l'eau       | 0,5            |
|          |                  | • Expression correcte de la température finale                        | 0,5            |
|          |                  | • Calcul exact de la température finale                               | 0,25           |
|          |                  | • Unité de la température finale correcte                             | 0,25           |
| 2)       | Réponse correcte | • Réponse correcte                                                    | 1              |
|          |                  | • Justification correcte                                              | 1              |
| 3)       | Réponse correcte | • Calcul exact de la quantité de chaleur échangée                     | 1              |
|          |                  | • Unité exacte de la quantité de chaleur                              | 1              |

## C-PROBLÈME (8 pts)

### I - (4 pts)

1)



a) Établissons l'équation de la trajectoire dans le système d'axes indiqué, en fonction de la valeur  $v_0$  de la vitesse.

Dans le repère terrestre, le ballon B, 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 OY orienté vers le haut on aura

- État initial

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

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

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

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

- $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 (\vec{g} \perp OX) \\ a_y = -g (\vec{g} // OY) \end{cases}$

En intégrant nous obtenons

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

En intégrant de nouveau on aura :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha + y_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha & 0,25 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha + y_0 & 0,25 \end{cases}$$

Tirons t dans l'expression de x et remplaçons dans celle de y.

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow y = -\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \frac{x v_0}{v_0 \cos \alpha} \sin \alpha + y_0$$

En remplaçant g et  $\alpha$  par leurs valeurs on obtient l'équation de la trajectoire :

$$y = -\frac{10x^2}{2 \times v_0^2 \times \frac{2}{4}} + x \tan \alpha + 2 \Rightarrow$$

$$y = -\frac{10x^2}{v_0^2} + x \tan \alpha + 2 \quad 0,5$$

b) La valeur de  $v_0$  pour que le panier soit réussi, sachant que les verticales de A et de C sont distantes de 7,1 m.

Pour que le panier soit réussi il faut que :  $x = 7,1$  m et  $y = 3$  m.

On aura donc :

$$3 = -\frac{10}{v_0^2} \times 7,1^2 + 7,1 + 2 \Rightarrow \frac{504,1}{v_0^2} = 6,1 \Rightarrow v_0^2 = \frac{504,1}{6,1} = 82,63 \Rightarrow v_0 = \sqrt{82,63} = 9,09$$

$$v_0 = 9,09 \text{ m/s} \quad 1$$

c) La durée du trajet effectué par le ballon du point A au point C

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad 0,25$$

**Application numérique :**

$$t = \frac{7,1}{9,09 \times \frac{\sqrt{2}}{2}} = 1,10$$

$$t = 1,10 \text{ s} \quad 0,25$$

2) Le ballon sera arrêté si  $x = 0,9$  m et  $y = 2,7$  m. Pour cela calculons y en prenant  $x = 0,9$  m

$$y = -\frac{10}{9,1^2} \times 0,9^2 + 0,9 + 2 = -0,097 + 0,9 + 2 = 2,80 > 2,70$$

Le ballon ne sera pas arrêté car  $2,80 \text{ m} > 2,70 \text{ m}$  ; par conséquent le panier sera marqué.

**Autre méthode :** On peut calculer  $x$  en prenant  $y = 2,7 \text{ m}$  dans l'équation et en la résolvant.

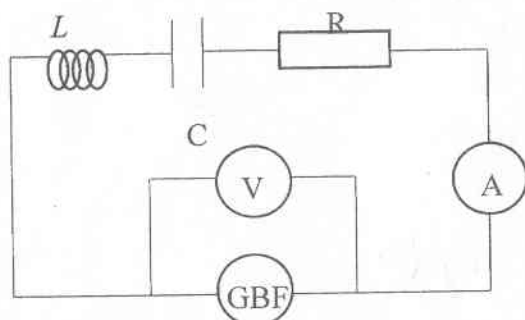
### C- PROBLÈME (8 pts)

#### I- (4 pts)

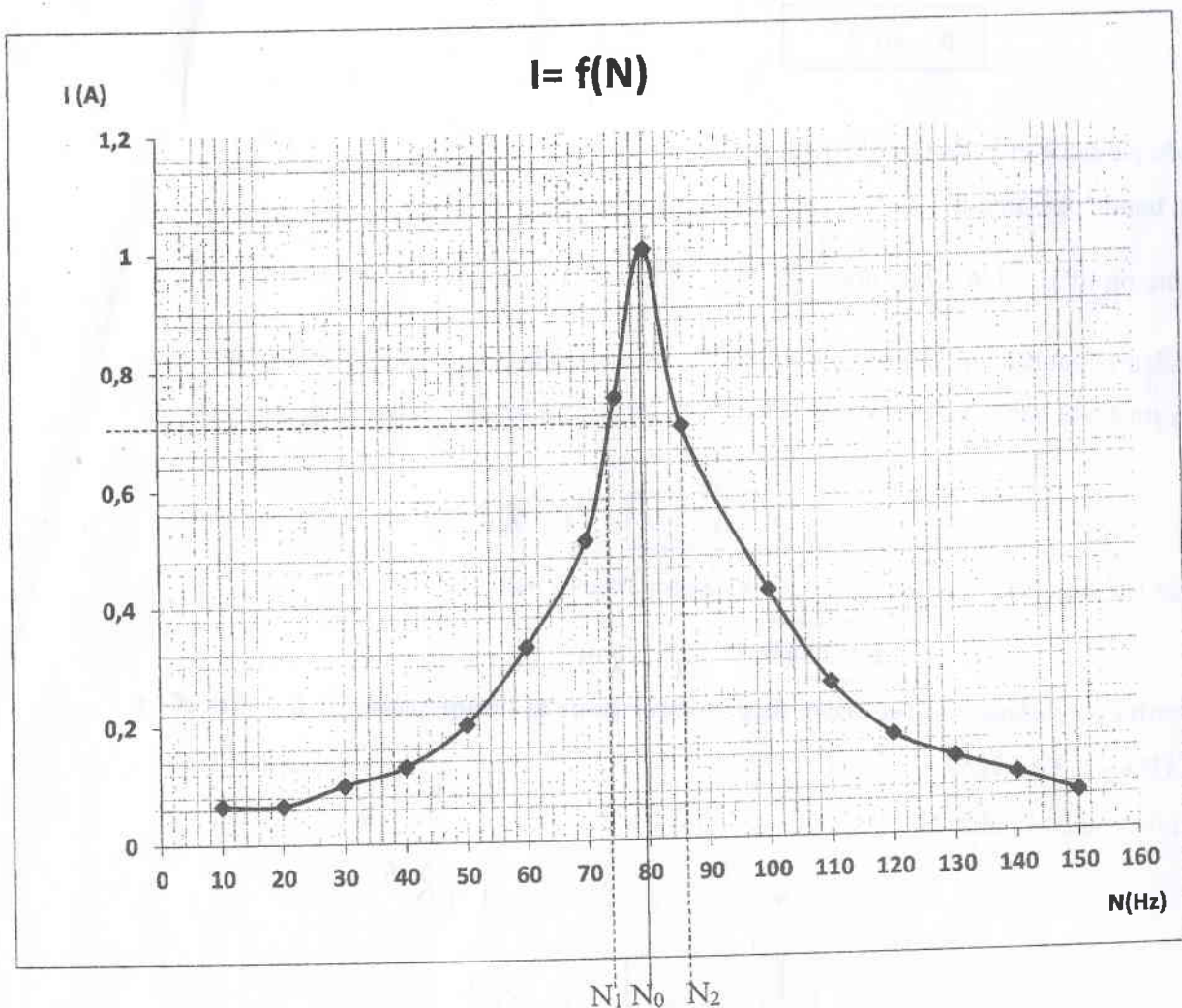
| I- | Critères         | Indicateurs | Points maximum                                      |
|----|------------------|-------------|-----------------------------------------------------|
| 1) | Réponse correcte | a)          | Schéma correct avec les différences forces          |
|    |                  |             | 0,50                                                |
|    |                  |             | Expression correcte de $x(t)$                       |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  |             | Expression correcte de $y(t)$                       |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  |             | Expression correcte de l'équation de la trajectoire |
|    |                  |             | 0,50                                                |
| 2) | Réponse correcte | b)          | • Calcul de $v_0$ exact                             |
|    |                  |             | 0,75                                                |
|    |                  |             | • Unité de $v_0$ exacte                             |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  | c)          | • Expression correcte de la durée $t$ du trajet     |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  |             | • Calcul et unités exacts de la durée $t$ du trajet |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  |             | • Raisonnement cohérent                             |
|    |                  |             | 0,25                                                |
|    |                  |             | • Calcul et unité exacts                            |
|    |                  |             | 0,50                                                |
|    |                  |             | • Conclusion exacte                                 |
|    |                  |             | 0,25                                                |

#### II (4 pts)

1) Schéma du montage avec les différents éléments du dipôle



2) Déterminons à l'aide de la figure



a) La fréquence de résonance

Sur la figure on lit

$$N_0 = 80 \text{ Hz}$$

0,5

**NB : Acceptez les valeurs de cet ordre de grandeur pour  $N_0$**

b) La puissance moyenne consommée à la fréquence  $N_0$

À cette fréquence  $N_0$  correspond l'intensité maximale  $I_0$

$$P = UI_0$$

0,5

Application numérique :

$$P = 40 \times 1 = 40 \text{ W}$$

$$P = 40 \text{ W}$$

c) La bande passante et le facteur de qualité

- La bande passante  $\beta$

Sur la figure on lit  $I_0 = 1 \text{ A}$  ; calculons  $\frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,70 \text{ A}$ . En projetant la droite

$I = 0,70 \text{ A}$  sur la courbe on constate qu'elle coupe cette dernière en deux points dont la projection sur l'axe des fréquences correspond à  $N_1$  et  $N_2$ . La largeur de la bande passante est donc :

$$\beta = N_2 - N_1$$

Une lecture sur la courbe donne :  $\beta = N_2 - N_1 = 86 - 74 = 12 \text{ Hz}$

$$\beta = 12 \text{ Hz}$$

**NB : Acceptez les valeurs de cet ordre de grandeur pour la bande passante à  $\pm 1 \text{ Hz}$  c'est-à-dire :  $11 \text{ Hz} \leq \beta \leq 13 \text{ Hz}$**

- Le facteur de qualité  $Q$

$$Q = \frac{N_0}{\beta} = \frac{80}{12} = 6,66$$

$$Q = 6,66$$

**NB : Acceptez les valeurs de cet ordre de grandeur pour le facteur de qualité en fonction de la fourchette donnée pour la bande passante :  $7,27 \leq Q \leq 6,15$**

d) Les valeurs de  $R$ ,  $L$  et  $C$

a) La valeur de la résistance  $R$

$$P = UI_0 = RI_0^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I_0^2}$$

**Application numérique:**

$$R = \frac{40}{1^2} = 40 \Omega$$

$$R = 40 \Omega$$

b) La valeur de l'inductance  $L$

$$Q = \frac{L\omega_0}{R} \Rightarrow L = \frac{RQ}{\omega_0} \quad 0,25$$

Application numérique:

$$L = \frac{40 \times 6,66}{2\pi \times 80} = 0,53H$$

$$L = 0,53H \quad 0,25$$

c) La capacité C

$$LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2} \quad 0,25$$

$$C = \frac{1}{0,53 \times 4\pi^2 \times 80^2} = 0,00000747F$$

$$C = 7,47 \mu F \quad 0,25$$

**NB : Acceptez tout autre raisonnement correct aboutissant aux mêmes résultats**

**II- (4 pts)**

| II- | Critères         | Indicateurs               |                                                             | Points maximum |
|-----|------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| 1)  | Réponse correcte | Schéma correct du montage |                                                             | 0,5            |
| 2)  | Réponse correcte | a)                        | Valeur de la fréquence de resonance correcte                | 0,5            |
|     |                  | b)                        | Expression, valeur et unité de la puissance moyenne exactes | 0,5            |
|     |                  | c)                        | • Expression correcte de la bande passante $\beta$          | 0,25           |
|     |                  |                           | • Valeur de $\beta$ exacte                                  | 0,25           |
|     |                  |                           | • Expression correcte du facteur de qualité                 | 0,25           |
|     |                  |                           | • Valeur de Q exacte                                        | 0,25           |
|     |                  | d)                        | • Expression correcte de la résistance R                    | 0,25           |
|     |                  |                           | • Valeur et unité exactes de la résistance R                | 0,25           |
|     |                  |                           | • Expression correcte de l'inductance L                     | 0,25           |
|     |                  |                           | • Valeur et unité exactes de l'inductance L                 | 0,25           |
|     |                  |                           | • Expression correcte de la capacité C                      | 0,25           |
|     |                  |                           | • Valeur et unité exactes de la capacité C                  | 0,25           |