



# CYCLE INGENIEUR

CONCOURS D'ADMISSION  
SERIE C

EPREUVE DE PHYSIQUE  
DUREE : 3 HEURES

## EXERCICE 1 (5 POINTS) - Lumière.

1) On désire déterminer la longueur d'onde d'une source laser He-Ne du laboratoire d'un lycée avec le dispositif interférentiel des fentes de Young. Dans ce dispositif la source laser S éclaire deux fentes secondaires  $S_1$  et  $S_2$  distantes de  $a$ . La source S est située sur la médiatrice de  $S_1S_2$ . L'écran d'observation E est parallèle au plan  $S_1S_2$  et situé à une distance D de ce plan.

1) a) Faire le schéma légendé de l'expérience permettant de visualiser des franges d'interférences. Indiquer clairement sur ce schéma la zone où se forment les franges. **1,00 pt**

1) b) On mesure sur l'écran la distance séparant les milieux de la cinquième frange sombre de la huitième frange brillante situé de part et d'autre de la frange centrale ; on trouve  $d = 59,375$  mm. Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde du laser He-Ne de ce laboratoire (avec 3 chiffres significatifs). On prendra  $a = 0,20$  mm et  $D = 1,50$  m. **1,00 pt**

2) Une source monochromatique S émettant la radiation de longueur d'onde  $\lambda = 560$  nm peut être assimilée à un point émettant uniformément dans toutes les directions de l'espace avec une puissance totale de  $P = 2,5$  W. Elle éclaire la cathode au césium d'une cellule photoélectrique. Le travail d'extraction pour ce métal vaut  $W_0 = 3.10^{-19}$  J.

2) a) Montrer que l'émission photoélectrique est possible. **0,75 pt**

2) b) La cathode est assimilable à une portion de sphère de rayon  $R = 1$  m et de centre S. La surface vaut  $s = 1,57$  cm<sup>2</sup>. Quel est le nombre de photons reçus en 1 seconde par la cathode ? **0,75 pt**

3) L'intensité du courant de saturation est  $I_s = 8.10^{-8}$  A. Déterminer le rendement quantique de la cellule. **0,75 pt**

4) Déterminer la vitesse maximale de sortie de la cathode de la cellule. **0,75 pt**

Données :

- Masse d'un électron :  $m_e = 9,1.10^{-31}$  kg ;
- Constante de Planck :  $h = 6,62.10^{-34}$  J.s ;
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00.10^8$  m.s<sup>-1</sup> ;

## **EXERCICE 2 (5 POINTS) - Etude du dipôle RLC série en régime sinusoïdal forcé.**

On associe en série, un générateur de basse fréquence (GBF), un conducteur ohmique de résistance  $R=15\Omega$ , une bobine d'inductance  $L$ , de résistance négligeable et un condensateur de capacité  $C=10\mu\text{F}$ .

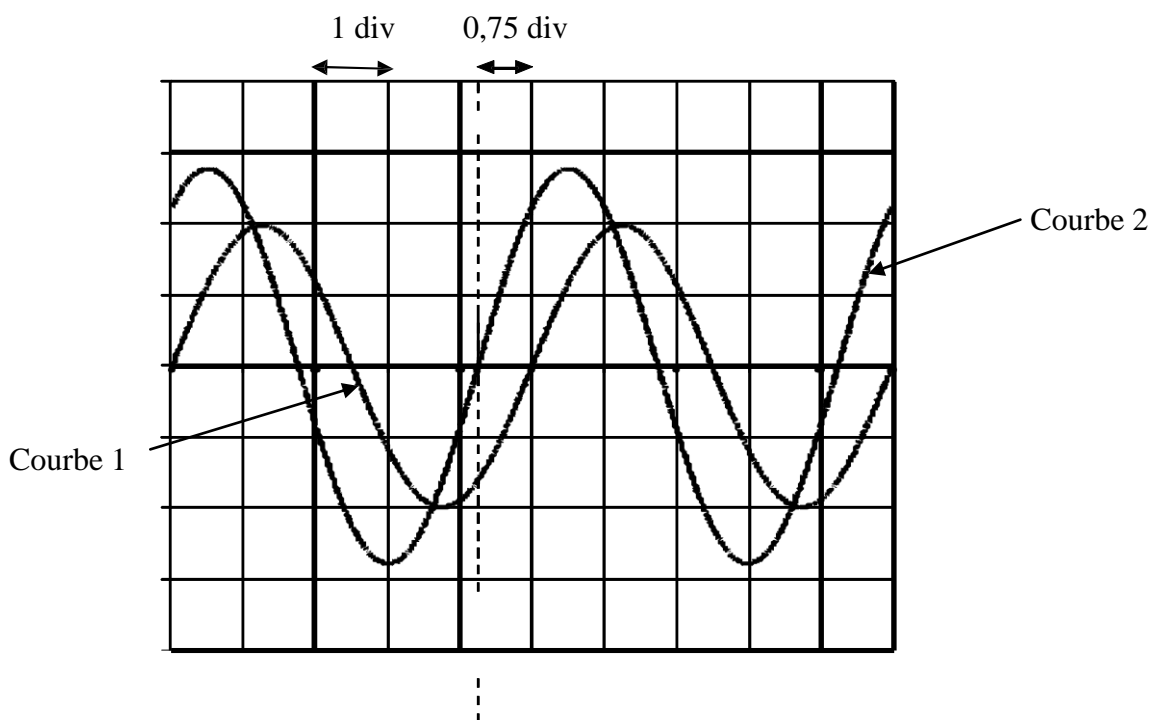
Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U$  constante et de fréquence  $N$ . On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions  $u_1(t)$  aux bornes du conducteur ohmique à la voie A et  $u_2(t)$  aux bornes du générateur à la voie B.

Les oscillogrammes de la figure ci-dessous sont obtenus. Les réglages de l'oscilloscope sont :

- vitesse de balayage :  $2\text{ms/div}$
- sensibilités verticales : deux voies sont les mêmes.

L'origine des temps est choisi de façon à ce que la loi horaire de  $u_1$  donnée par la courbe 1 soit :  $u_1(t) = 30\cos(2\pi Nt)$  en (V).

- 1) Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope. **0,50 pt**
- 2) Affecter chaque courbe de la figure à la voie correspondante. Justifier. **0,50 pt**
- 3) Déterminer, en utilisant les oscillogrammes, la valeur de  $N$  et la phase initiale  $\varphi_2$  de la tension  $u_2(t)$ . **1,00 pt**
- 4) Donner la loi horaire de l'intensité instantanée  $i(t)$ . **1,00 pt**
- 5) Donner la loi horaire de la tension  $u_2(t)$ . **0,50 pt**
- 6) Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine et la puissance moyenne consommée par le dipôle RLC. **1,50 pt**



### **EXERCICE 3 (5 POINTS) - Réactions nucléaires.**

#### **1) Isotopie.**

Dans la littérature scientifique, on mentionne souvent :

- le deutérium D dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron ;
- le tritium T dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons.

- 1) a) Comment doit-on noter (dans la notation  ${}^A_ZX$ ) les noyaux D et T ? **0,50 pt**
- 1) b) A quel élément chimique appartiennent-ils ? **0,50 pt**

#### **2) Radioactivité.**

Le tritium T est radioactif  $\beta^-$ .

- 2) a) Ecrire l'équation de la désintégration de T (en utilisant la notation  ${}^A_ZX$ ). **0,50 pt**
- 2) b) Le tritium T a une demi-vie  $t_{1/2} = 12$  ans. Que signifie cette affirmation ? **0,25 pt**

#### **3) Fusion de noyaux.**

- 3) a) Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fusion ? **0,25 pt**
- 3) b) En utilisant la notation  ${}^A_ZX$ , écrire l'équation nucléaire de la fusion DT, c'est-à-dire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium  ${}^4_2He$ . **0,50 pt**
- 3) c) On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux suivants :
- $EL(D) = 2,224$  MeV ;
  - $EL(T) = 8,481$  MeV ;
  - $EL({}^4_2He) = 28,29$  MeV.

Calculer l'énergie  $|\Delta E|$  qui peut être libérée par cette réaction. **1,00 pt**

#### **4) Conditions de la fusion DT**

La fusion n'a lieu que si les deux noyaux sont en contact.

- 4) a) Les noyaux D et T se repoussent. Pourquoi ? **0,50 pt**
- 4) b) Pour que la fusion ait lieu, il faut que les noyaux D et T entrent en contact. Celui-ci n'est possible que si l'agitation thermique, c'est-à-dire l'énergie cinétique  $EC$  des noyaux, est suffisamment importante :  $EC > 0,35$  MeV. Quantitativement, la température absolue  $T$  (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique : on admet qu'à une énergie cinétique de 1 eV correspond une température de 7 700 K.
- Quelle doit être la température minimale des noyaux pour que la fusion ait lieu ? **0,50 pt**
- 4) d) La température interne du Soleil est de  $1,5 \cdot 10^7$  K.
- Quelle conclusion vous inspire la comparaison de ces deux températures ? **0,50 pt**

## **EXERCICE 4 (5 POINTS) - Exploitation des résultats expérimentaux.**

### **Détermination de l'inclinaison d'un plan et des frottements sur le solide.**

Un bille en acier de masse  $m$  et de rayon  $r$ , partant d'une position initiale  $O$  roule sans glisser suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Au cours de son mouvement complexe (rotation de la bille autour de l'axe passant par son centre d'inertie et translation rectiligne du centre d'inertie  $G$ ), le centre d'inertie de la bille  $G$  passe devant des capteurs optoélectriques reliés à un ordinateur digitalisé. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci- après :

Position $G_i$	$G_0$	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$
Distance parcourue $x$ (cm)	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	120,0
Vitesse acquise $v$ ( $m.s^{-1}$ )	$V_0$	0,40	0,56	0,69	0,80	0,89	0,97

- 1) Faire un schéma où l'on représentera l'ensemble des forces qui s'exercent sur la bille. **0,50 pt**
- 2) Établir l'expression de l'accélération du mouvement de cette bille en fonction de  $g$  et  $\alpha$ . **1,00 pt**
- 3) Construire sur le document à remettre avec la copie, le graphe  $v^2 = f(x)$  traduisant les variations du carré de la vitesse du centre d'inertie de la bille en fonction de la distance parcourue. **1,50 pt**  
Échelle sur les axes : abscisses :  $0,1m \Leftrightarrow 1cm$  ; ordonnées :  $0,1m^2s^{-2} \Leftrightarrow 2cm$
- 4) a) Déterminer la vitesse initiale  $v_0$  du mouvement de la bille. **0,50 pt**
- 4) b) Déterminer l'accélération  $a_G$  du centre d'inertie de la bille. **0,50 pt**
- 5) a) En déduire la valeur de l'angle  $\alpha$  que fait le plan incliné avec l'horizontale. **0,50 pt**
- 5) b) En déduire le module des forces qui s'opposent à l'avancée de la bille que l'on assimilera à une force unique  $\vec{f}$  appliquée au centre d'inertie de la bille et de valeur constante au cours de son mouvement. **0,50 pt**

**On donne :**  $m = 50,0$  g ;  $r = 15,0$  cm et  $g = 9,80$   $m.s^{-2}$ .

**Rappel :** Le moment d'inertie d'une bille de masse  $M$  et de rayon  $R$  par rapport à un axe passant par son centre d'inertie  $G$  est donné par  $J_G = \frac{2}{5} MR^2$

Fin de l'épreuve

*Document à remettre avec la copie*

