

الدورة العادية للعام 2011	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	

**Cette épreuve est formée de quatre exercices répartis sur quatre pages de 1 à 4.**  
**L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.**

**Premier exercice (7,5 points)**

**Moment d'inertie d'une tige**

On dispose d'une tige rigide AB homogène, de section négligeable, de longueur  $\ell = 1$  m et de masse  $m = 240$  g. Cette tige peut tourner autour d'un axe ( $\Delta$ ) horizontal qui lui est perpendiculaire et passant par son milieu O. Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes, le moment d'inertie  $I_0$  de la tige, par rapport à l'axe ( $\Delta$ ). La position verticale CD de cette tige représente l'origine des abscisses angulaires. On néglige toute force de frottement.

Prendre :  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\pi^2 = 10$  ;  $\sqrt{3} = 1,732$  ;

$\sin \theta \approx \theta$  et  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  pour des angles  $\theta$  faibles mesurés en rd.

**A – Première méthode**

La tige, partant du repos à la date  $t_0 = 0$ , tourne autour de ( $\Delta$ ) sous l'action d'une force  $\vec{F}$  dont le moment par rapport à ( $\Delta$ ) est constant de valeur  $M = 0,1 \text{ m.N}$  (Fig.1).

À une date  $t$ , l'abscisse angulaire de la tige est  $\theta$  et sa vitesse angulaire est  $\theta'$ .

- 1) a) Montrer que le moment résultant des forces appliquées à la tige par rapport à ( $\Delta$ ) est égal à  $M$ .  
b) Déterminer, en utilisant le théorème du moment cinétique, la nature du mouvement de la tige entre  $t_0$  et  $t$ .  
c) Dédire l'expression du moment cinétique  $\sigma$  de la tige, par rapport à ( $\Delta$ ), en fonction du temps  $t$ .
- 2) Déterminer la valeur de  $I_0$ , sachant qu'à la date  $t_1 = 10$  s, la vitesse de rotation de la tige est 8 tours/s.

**B – Deuxième méthode**

On fixe, au point B, une particule de masse  $m' = 160$  g. Le système (S) ainsi formé constitue un pendule pesant dont le centre d'inertie est G. (S) peut osciller librement, autour de l'axe ( $\Delta$ ).

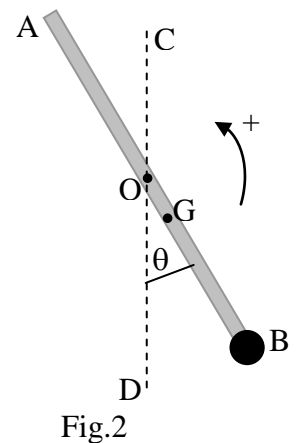
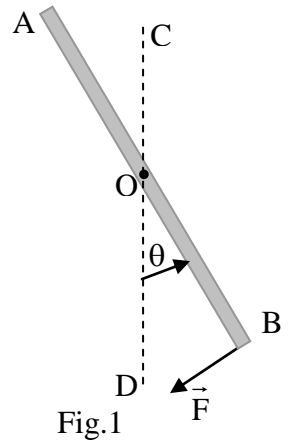
On écarte (S), à partir de sa position d'équilibre, d'un angle faible et on le lâche, sans vitesse, à la date  $t_0 = 0$ .

À la date  $t$ , l'élongation angulaire du pendule est  $\theta$  et sa vitesse angulaire est

$$\theta' = \frac{d\theta}{dt}.$$

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le point O.

- 1) Déterminer :  
a) la position de G par rapport à O ( $a = OG$ ), en fonction de  $m$ ,  $m'$  et  $\ell$  ;  
b) le moment d'inertie  $I$  de (S) par rapport à ( $\Delta$ ), en fonction de  $I_0$ ,  $m'$  et  $\ell$ .
- 2) Déterminer, à la date  $t$ , l'énergie mécanique du système [(S), Terre], en fonction de  $I$ ,  $\theta'$ ,  $\theta$ ,  $m$ ,  $m'$ ,  $a$  et  $g$ .
- 3) a) Établir l'équation différentielle du second ordre qui régit le mouvement de (S).  
b) Dédire l'expression de la période propre  $T$  des oscillations de (S), en fonction de  $I_0$ ,  $m'$ ,  $\ell$  et  $g$ .
- 4) La durée de 10 oscillations du pendule vaut 17,32 s. Déterminer la valeur de  $I_0$ .



**Deuxième exercice (7,5 points)****Détermination de la capacité d'un condensateur**

Dans le but de déterminer la capacité  $C$  d'un condensateur, on dispose du matériel suivant :

- un générateur  $G$  délivrant à ses bornes une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace  $U$  et de fréquence  $f$  réglable;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 250 \, \Omega$ ;
- un oscilloscope;
- deux voltmètres  $V_1$  et  $V_2$ ;
- un interrupteur;
- des fils de connexion.

On réalise le montage du circuit schématisé par la figure 1.

**A – Étude théorique**

La tension aux bornes du générateur est  $u_{AB} = U\sqrt{2} \sin \omega t$ . En régime permanent, l'intensité  $i$  du courant peut se mettre sous la forme :  $i = I\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi)$ , où  $I$  est la valeur efficace de  $i$ .

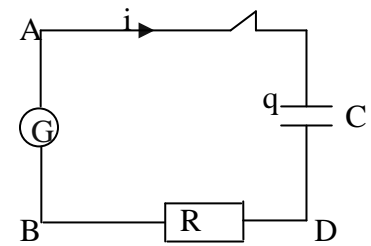


Fig 1

- 1) a) Donner l'expression de l'intensité  $i$  en fonction de  $C$  et  $\frac{du_C}{dt}$  avec  $u_C = u_{AD}$ .  
 b) Déterminer l'expression de la tension  $u_C$  en fonction de  $I$ ,  $C$ ,  $\omega$  et  $t$ .  
 c) En déduire l'expression de la valeur efficace  $U_C$  de  $u_C$  en fonction de  $I$ ,  $C$  et  $\omega$ .
- 2) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à  $t$  une valeur particulière, montrer que

$$\tan \varphi = \frac{1}{RC\omega}.$$

**B – Détermination de C****1) À l'aide de l'oscilloscope**

L'oscilloscope, convenablement branché, visualise sur la voie ( $Y_1$ ) la tension  $u_{AB}$  aux bornes du générateur, et sur la voie ( $Y_2$ ) la tension  $u_{DB}$  aux bornes du conducteur ohmique. Sur l'écran de l'oscilloscope, on obtient les oscillogrammes représentés par la figure 2.

Base de temps : 1 ms / div.

- a) Reproduire la figure 1 en montrant les branchements de l'oscilloscope.
- b) En se référant à la figure 2,
  - i) déterminer la valeur de la fréquence  $f$  de la tension  $u_{AB}$ ;
  - ii) lequel des oscillogrammes, (a) ou (b), est-il en avance de phase par rapport à l'autre ?
  - iii) pourquoi l'oscillogramme (a) visualise-t-il l'évolution de la tension  $u_{DB}$  ?
  - iv) déterminer le déphasage entre les deux tensions  $u_{AB}$  et  $u_{DB}$ .
- c) Calculer la valeur de  $C$ .

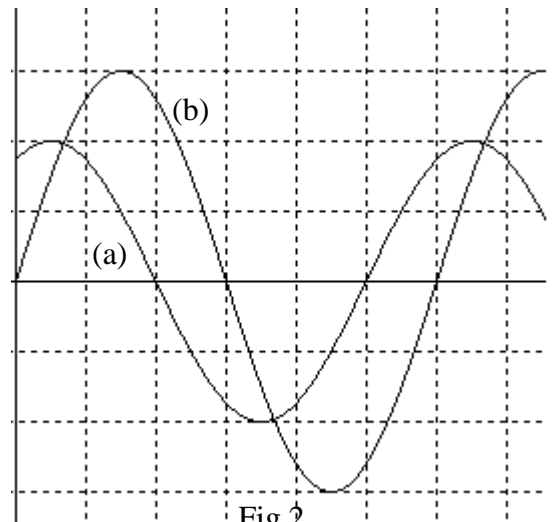


Fig 2

**2) À l'aide des voltmètres**

On débranche l'oscilloscope et on règle la fréquence  $f$  à la valeur 200 Hz. On branche, ensuite, le voltmètre  $V_1$  aux bornes du conducteur ohmique et  $V_2$  aux bornes du condensateur.  $V_1$  et  $V_2$  indiquent respectivement 2,20 V et 3,20 V.

En tenant compte de ces mesures et de la partie A, déterminer la valeur de  $C$ .

**Troisième exercice (7,5 points)****Aspects de la lumière**

On dispose d'une source (S) émettant une lumière visible monochromatique de fréquence  $\nu = 6,163 \times 10^{14}$  Hz.

Données:  $c = 3 \times 10^8$  m/s ;  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  J.s ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$  J.

## I – Premier aspect de la lumière

A – Cette source éclaire une fente très fine qui se trouve à 10 m d'un écran. Une figure, étalée sur une grande largeur, est observée sur l'écran.

- 1) À quel phénomène est due la formation de cette figure?
- 2) Déterminer la largeur de la fente sachant que la largeur linéaire de la tache centrale est de 40 cm.

B – La même source éclaire maintenant les deux fentes du dispositif de Young, ces deux fentes verticales étant distantes de  $a = 1 \text{ mm}$ . Une figure est observée sur un écran placé parallèlement au plan des fentes et à la distance  $D = 2 \text{ m}$  de ce plan.

Décrire la figure observée et calculer la valeur de l'interfrange  $i$ .

C – Quel aspect de la lumière les deux expériences précédentes mettent-elles en évidence?

## II – Deuxième aspect de la lumière

A – Un faisceau lumineux émis par (S) tombe sur la surface d'une plaque de césium dont l'énergie d'extraction est  $W_0 = 1,89 \text{ eV}$ .

- 1) a) Calculer la valeur de la fréquence seuil du césium.

b) Dédire qu'il y a une émission d'électrons par la plaque.

- 2) Déterminer la valeur de l'énergie cinétique maximale d'un électron émis.

B – La figure ci-contre représente le diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène. L'énergie de l'atome d'hydrogène est donnée par :

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \quad (E_n \text{ en eV, } n \text{ un nombre entier non nul}).$$

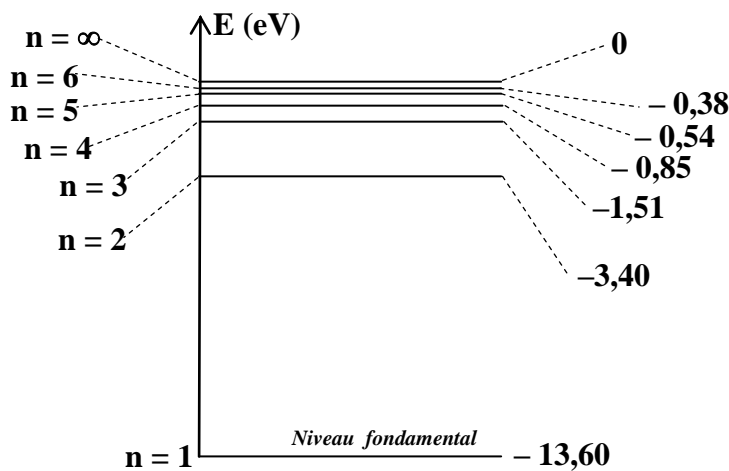
- 1) Un atome d'hydrogène, pris dans l'état fondamental, reçoit un photon de (S). Ce photon n'est pas absorbé. Pourquoi ?
- 2) L'atome d'hydrogène, pris dans le premier état excité, reçoit un photon de (S).

Ce photon est absorbé et l'atome passe alors à un nouvel état excité.

a) Déterminer ce nouvel état excité.

b) L'atome se désexcite. Préciser la transition possible pouvant donner la radiation visible dont la longueur d'onde est la plus grande.

C – Quel aspect de la lumière les parties A et B mettent-elles en évidence?



## Quatrième exercice (7,5 points) Oscillations électromagnétiques

Le but de cet exercice est de mettre en évidence le phénomène des oscillations électromagnétiques dans différentes situations.

Pour cela, on dispose d'un générateur  $G$  idéal de f.é.m  $E = 3 \text{ V}$ , d'un condensateur non chargé de capacité  $C = 1 \mu\text{F}$ , d'une bobine d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de résistance  $r$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , d'un oscilloscope, d'un commutateur  $K$  et de fils de connexion.

### A – Charge du condensateur

On réalise le montage schématisé par la figure 1. L'oscilloscope est branché aux bornes du condensateur.

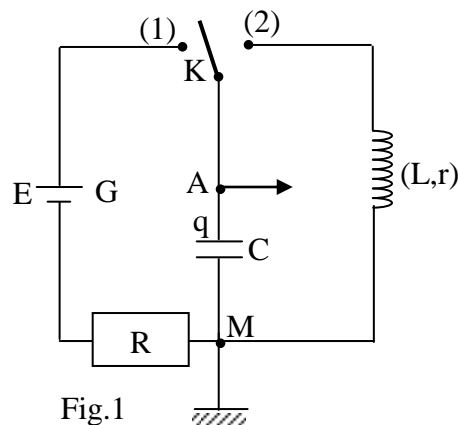
L'interrupteur  $K$  est en position (1). Le condensateur se charge totalement et la tension entre ses bornes est alors  $u_{AM} = U_0$ .

- 1) Déterminer la valeur de  $U_0$ .
- 2) Calculer l'énergie électrique  $W_0$  emmagasinée par le condensateur à la fin de la charge.

### B – Oscillations électromagnétiques

Le condensateur étant totalement chargé, on met, à la date  $t_0 = 0$ , l'interrupteur  $K$  en position (2).

Le circuit est le siège d'oscillations électriques. À une date  $t$ , le circuit est parcouru par un courant d'intensité  $i$ .



### 1) Première situation (circuit idéal)

Dans le circuit idéal, on néglige la résistance  $r$  de la bobine.

- Reproduire la figure 1 en indiquant un sens arbitraire de  $i$ .
- Établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension  $u_{AM} = u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.
- Déduire, alors, l'expression de la période propre  $T_0$  des oscillations électriques en fonction de  $L$  et  $C$  et calculer sa valeur en ms, avec 2 chiffres après la virgule. (utiliser  $\pi = 3,14$ ).
- Tracer l'allure de la courbe représentant l'évolution de la tension  $u_C$  en fonction du temps.
- Préciser le mode des oscillations électriques établies dans le circuit.

### 2) Deuxième situation (circuit réel)

L'évolution de la tension  $u_{AM} = u_C$  observée sur l'écran de l'oscilloscope est représentée par l'oscillogramme de la figure 2.

- Préciser le mode des oscillations électriques établies dans le circuit.
- Donner une interprétation énergétique du phénomène obtenu.
- En se référant à l'oscillogramme de la figure 2 ,
  - donner la durée  $T$  d'une oscillation ;
  - comparer  $T$  et  $T_0$  ;
  - préciser la valeur autour de laquelle la tension  $u_C$  évolue.

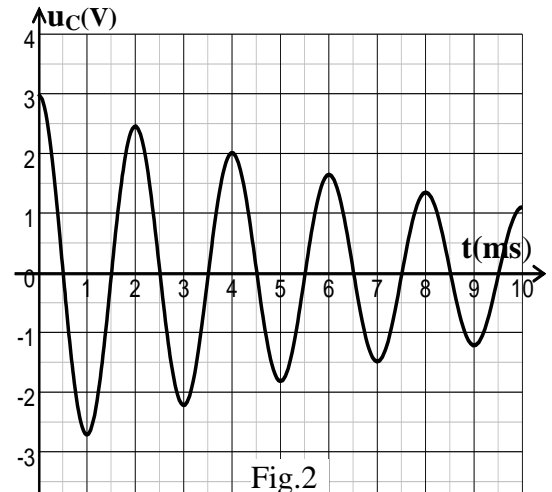


Fig.2

### 3) Troisième situation

On réalise un nouveau montage en série (Figure 3) formé du générateur  $G$ , de la bobine, du condensateur initialement non chargé, et de l'interrupteur  $K$ .

On ferme  $K$  à la date  $t_0 = 0$ . À une date  $t$ , le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité  $i$ .

La figure 4 donne, en fonction du temps, les variations de  $i$  (Fig. 4a) et  $u_C$  (Fig. 4b).

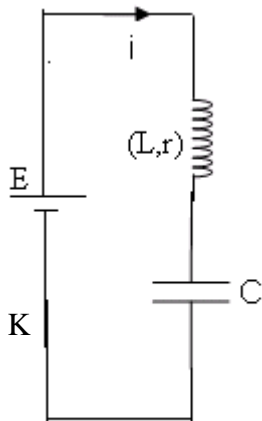


Fig.3

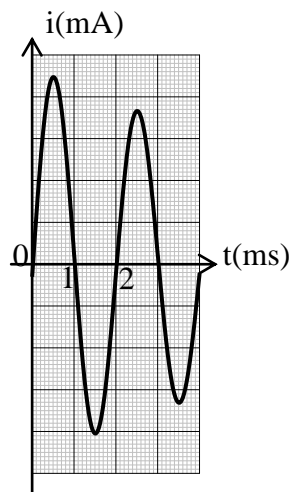


Fig. 4(a)

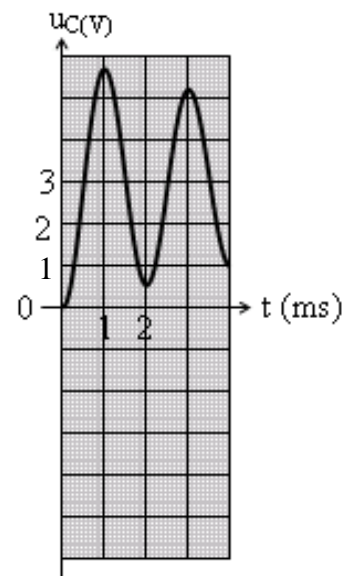


Fig. 4(b)

- Préciser la valeur autour de laquelle la tension  $u_C$  évolue.
- Donner la durée d'une oscillation.
- On considère les 3 intervalles de temps suivants :  $0 \leq t \leq 0,5$  ms ;  $0,5$  ms  $\leq t \leq 1$  ms ;  $1$  ms  $\leq t \leq 1,5$  ms.

En se référant aux courbes de la figure 4, préciser , en le justifiant, l'intervalle où :

- la bobine fournit de l'énergie au condensateur;
- le condensateur fournit de l'énergie à la bobine;
- aucun échange d'énergie ne se produit entre le condensateur et la bobine.