

Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires répartis sur neuf pages.  
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

## مسابقة في مادة الفيزياء

المدة: ساعتان

(فرنسي)

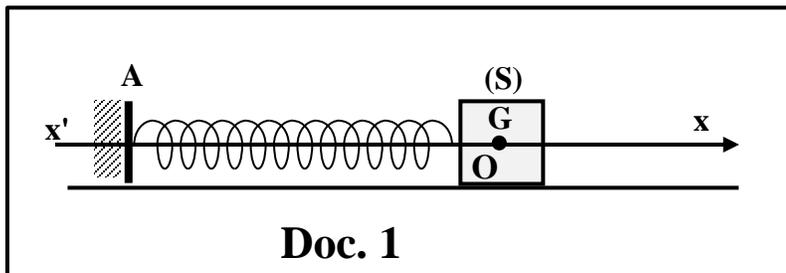
.....:الاسم

.....:الرقم

**Exercice 1 (7 points)****Oscillateur mécanique horizontal**

Un oscillateur mécanique est formé :

- d'un bloc (S), de masse **m**,
  - d'un ressort de masse négligeable, et de constante de raideur **k**.
- (S) est attaché à l'une des deux extrémités du ressort.
- L'autre extrémité est reliée à un support fixe **A**.
- (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un support horizontal (Doc. 1).



**Le but** de cet exercice est de déterminer les valeurs de **m** et **k**.

- À l'équilibre, le centre de masse **G**, de (S), coïncide avec l'origine **O** de l'axe **x' x**.
- On déplace (S) horizontalement, dans le sens positif.
  - À l'instant **t<sub>0</sub> = 0**, pris comme origine des temps:
    - l'abscisse de **G** est **x<sub>0</sub>** et (S) est lancé (dans le sens négatif) avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{1}$  ( $v_0 < 0$ ) où  $\vec{1}$  est le vecteur unitaire de l'axe **x' x**.
  - À un instant **t** :
    - l'abscisse de **G** est **x** et la valeur algébrique de sa vitesse est  $v = x' = \frac{dx}{dt}$ .

Le plan horizontal contenant **G** est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

On donne :

$E_c = \frac{1}{2} m v^2 ;$	$E_{pp} = m g h ;$	$E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2 ;$	$E_m = E_c + E_{pp} + E_{pe}$
-----------------------------	--------------------	--------------------------------	-------------------------------

1) **Écrire**, à l'instant  $t$ , l'expression de l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre), en fonction de  $x$ ,  $m$ ,  $k$  et  $v$ .

2) Sachant que le mouvement de (S) se fait sans frottement, **établir** l'équation différentielle, du second ordre en  $x$ , qui régit les oscillations de (S), est  $x'' + \frac{k}{m}x = 0$ .

3) **Déduire**, en fonction de  $m$  et  $k$ , l'expression de la pulsation propre  $\omega_0$  des oscillations.

4) La solution de l'équation différentielle obtenue est :

$$x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \text{ où } X_m, \omega_0 \text{ et } \varphi \text{ sont des constantes.}$$

**Écrire** l'expression de  $v$  en fonction de  $X_m$ ,  $\omega_0$ ,  $\varphi$  et  $t$ .

5) **Écrire** l'expression de  $x_0$  en fonction de  $X_m$ , et  $\varphi$ .

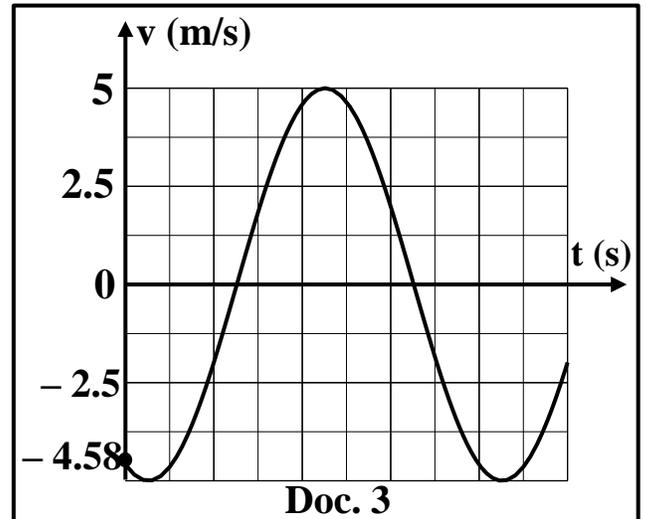
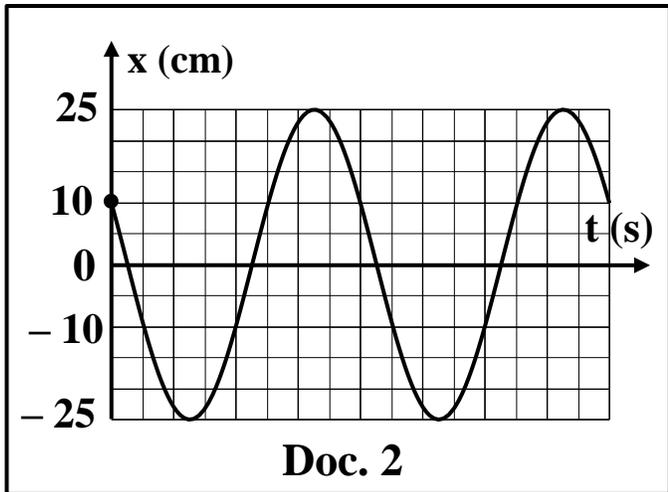
**Écrire** l'expression de  $v_0$  en fonction de  $X_m$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$ .

6) **Déduire** que :  $X_m = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}$ .

On donne :

$\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = 1$
-------------------------------------

7) Un dispositif approprié trace l'évolution de  $x$  et  $v$  en fonction du temps, comme le montre les documents 2 et 3, respectivement.



En se référant au document 2 :

7- 1) **préciser** le type des oscillations ;

7- 2) **indiquer** les valeurs de  $x_0$  et  $X_m$  .

En se référant au document 3 :

7- 3) **indiquer** les valeurs de  $v_0$  et  $V_m$  où  $V_m$  est l'amplitude de  $v$ .

8) En utilisant la relation de la partie 6 ( $X_m = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}$ ) :

**montrer** que  $\omega_0 = 20$  rd/s.

9) On répète la même expérience en remplaçant le bloc (S) de masse  $m$  par un autre bloc

(S') de masse  $m' = 0,8$  kg. La nouvelle pulsation propre est  $\omega' = \frac{\omega_0}{2}$ .

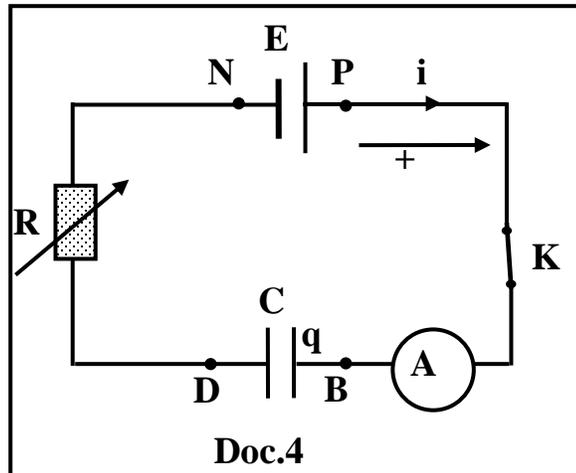
9-1) **Écrire** l'expression de  $\omega'$  en fonction de  $m'$  et  $k$ .

9-2) **Déduire** les valeurs de  $k$  et  $m$ .

## Exercice 2 (7 points) Capacité d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité  $C$  d'un condensateur.

On réalise le circuit série schématisé dans le document 4.



Ce circuit comprend :

- un générateur idéal de f. é. m.  $E = 10 \text{ V}$  ;
- un rhéostat de résistance  $R$  ;
- un condensateur de capacité  $C$  ;
- un ampèremètre ( $A$ ) de résistance négligeable ;
- un interrupteur  $K$ .

Le condensateur est initialement non chargé.

- À l'instant  $t_0 = 0$ , on ferme  $K$ .
- À un instant  $t$ , l'armature  $B$  du condensateur porte la charge  $q$  et le circuit est parcouru par un courant d'intensité  $i$  comme le montre le document 4.

1) **Écrire** l'expression de  $i$  en fonction de  $C$  et  $u_C$ , où  $u_C = u_{BD}$  est la tension aux bornes du condensateur.

2) **Montrer que** l'équation différentielle qui décrit la variation de  $u_C$  est :

$$E = u_C + RC \frac{du_C}{dt}.$$

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :  $u_C = a + be^{-\frac{t}{\tau}}$  .

**Déterminer** les expressions des constantes **a**, **b** et  $\tau$  en fonction de **E**, **R** et **C**.

4) **Déduire** que l'expression de l'intensité du courant est :  $i = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$  .

5) L'ampèremètre (**A**) indique, à  $t_0 = 0$ , une valeur  $I_0 = 5 \times 10^{-3}$  A.

**Déduire** la valeur de **R**.

6) **Écrire**, en utilisant la loi d'Ohm, l'expression de  $u_R = u_{DN}$  en fonction de **E**, **R**, **C** et **t**.

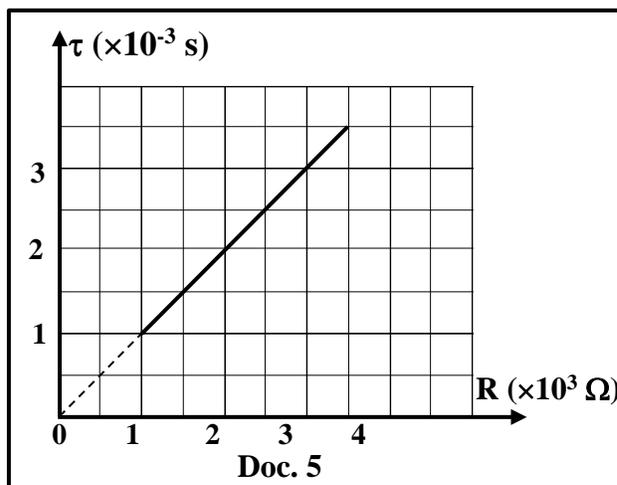
7) À un instant  $t = t_1$ , la tension aux bornes du condensateur est  $u_C = u_R$  .

7- 1) **Montrer** que  $t_1 = RC \ln 2$ .

7- 2) **Calculer** la valeur de **C**, sachant que  $t_1 = 1,4 \times 10^{-3}$  s.

8) Dans **le but** de vérifier la valeur de **C**, on varie la valeur de **R**.

Le document 5 montre l'évolution de  $\tau$  en fonction de **R**.



8-1) **Montrer** que l'allure de la courbe du document 5 est en accord avec l'expression de  $\tau$  obtenue dans la question 3.

8-2) En utilisant la courbe du document 5, **déterminer** de nouveau la valeur de **C**.

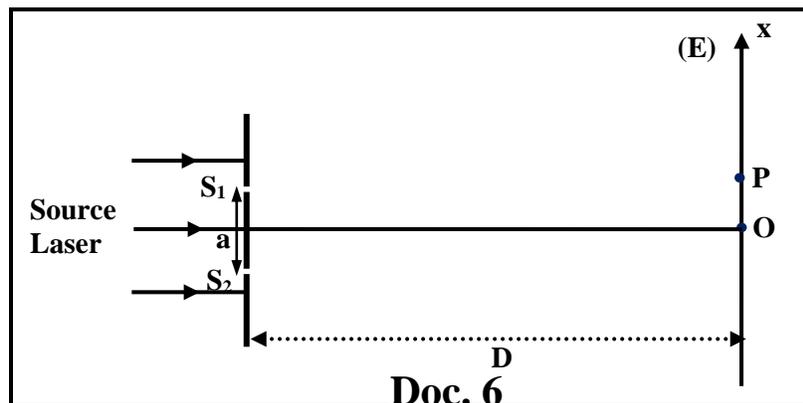
### Exercice 3 (6 points)

### Aspects de la lumière

**Le but** de cet exercice est de mettre en évidence les deux aspects de la lumière.

#### 1- Premier aspect

- On considère le dispositif de Young.
- Les deux fentes fines  $S_1$  et  $S_2$ , du dispositif, sont parallèles, horizontales et distantes de  $a = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}$ .
- L'écran d'observation (**E**) est placé parallèlement au plan des fentes à une distance  $D = 2 \text{ m}$ .
- Une source laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 600 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ ), dans l'air, éclaire sous une incidence normale les deux fentes.
- **O** est le point d'intersection de la médiatrice de  $[S_1 S_2]$  avec (**E**).
- **P** est un point de (**E**) d'abscisse  $x_P = \overline{OP} = 9,6 \times 10^{-3} \text{ m}$  (Doc. 6).

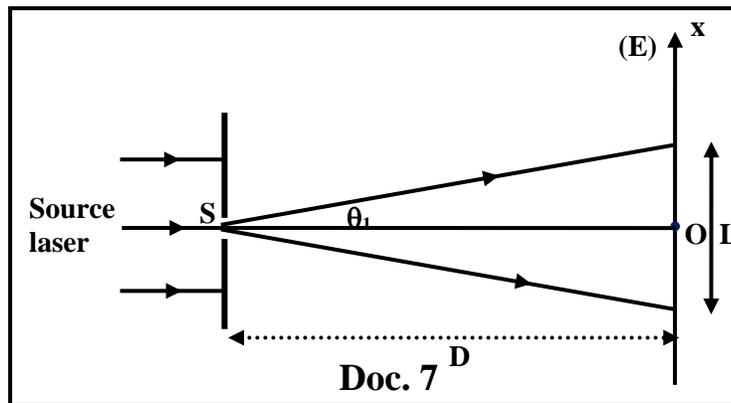


1-1) Vérifier que la valeur de l'interfrange  $i$  est  $2,4 \times 10^{-3} \text{ m}$ .

1-2) **P** est le centre d'une frange brillante, pourquoi ?

1-3) Les fentes  $S_1$  et  $S_2$  sont remplacées par une seule fente horizontale  $S$  de largeur  $a_1 = 0,1 \times 10^{-3} \text{ m}$ .

$O$  est le centre de la tache brillante centrale et  $\alpha = 2 \theta_1$  est la largeur angulaire de la tache centrale, ( $\theta_1$  faible) (Doc. 7).



1-3-1) Choisir la bonne réponse :

Le phénomène qui aura lieu au niveau de la fente  $S$  est :

- a- Interférence
- b- Diffraction
- c- Réfraction

1-3-2) Montrer, en utilisant le document 7, que la largeur  $L$  de la frange lumineuse

centrale est donnée par l'expression suivante :  $L = \frac{2 \lambda D}{a_1}$ .

1-3-3) Déduire la distance  $d$  entre  $O$  et le centre de la première frange sombre.

1-3-4) Sachant que  $x_P = 9,6 \text{ mm}$ , déduire que  $P$  n'est ni le centre d'une frange brillante, ni le centre d'une frange sombre.

1-4) Les deux expériences précédentes, mettent en évidence un aspect de la lumière.

Nommer cet aspect.

## 2- Deuxième aspect

La radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 600 \text{ nm}$  dans l'air émise par la source laser éclaire maintenant la surface d'un métal au lithium de travail de sortie (travail d'extraction)  $W_0 = 2,39 \text{ eV}$ .

On donne :

- constante de Planck  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

Prendre : la vitesse de la lumière dans l'air  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

### 2-1) Compléter la phrase suivante :

Le travail de sortie (travail d'extraction) d'un métal est .....  
d'un ..... nécessaire pour extraire un électron de la surface d'un métal.

### 2-2) Ecrire l'expression de l'énergie du photon en fonction de $h$ , $c$ et $\lambda$ .

Montrer que sa valeur est  $E_{\text{ph}} = 2.0625 \text{ eV}$ .

### 2-3) Comparer $E_{\text{ph}}$ et $W_0$ .

Déduire que l'émission photoélectrique n'a pas eu lieu.

2-4) Pour extraire des électrons de la surface du lithium, la source laser est remplacée par une autre source laser émettant une radiation de longueur d'onde  $\lambda' = 500 \text{ nm}$  dans l'air.

Déterminer, en eV, en utilisant la relation  $E_{\text{ph}} = W_0 + E_c$ , l'énergie cinétique maximale des électrons libérés.

2-5) Cette expérience met en évidence un certain aspect de la lumière.

Nommer cet aspect.