

CYCLE INGENIEUR

CONCOURS D'ADMISSION
SESSION DE JUILLET
SERIE C

EPREUVE DE PHYSIQUE
DUREE : 3 HEURES

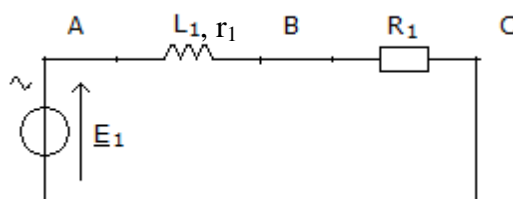
EXERCICE 1 (6 POINTS)

Entre deux points A et C d'un circuit, on place en série :

- entre A et B, une bobine d'inductance L_1 et de résistance r_1 ;
- entre B et C, un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 100 \Omega$.

Un générateur de tension sinusoïdale délivre un courant d'intensité

$$i(t) = I_m \sin \omega t \text{ entre A et C.}$$



On désigne par :

- φ la phase de la tension $u_{AC}(t)$ par rapport à $i(t)$;
- φ_1 la phase de la tension $u_{AB}(t)$ par rapport à $i(t)$;
- Z_1 l'impédance de la portion (A, B).

Les mesures des tensions efficaces entre les différents points ont donné :

$$U_{AB} = U_{BC} = 70 \text{ V et } U_{AC} = 70\sqrt{3} \text{ V.}$$

1. Exprimer :

1.1. $u_{AB}(t)$, en fonction de Z_1 , I_m , ω , φ_1 . 0,50 pt

1.2. $u_{BC}(t)$, en fonction de R_1 , I_m , ω . 0,50 pt

2. Construire le diagramme de Fresnel en tensions efficaces relatif à cette expérience. 1,00 pt

3. Calculer φ et φ_1 . 1,50 pt

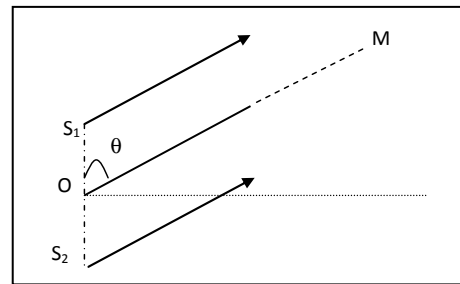
4. On donne $\omega = 100 \pi \text{ rad.s}^{-1}$.

4.1. Calculer Z_1 , r_1 et L . 1,50 pt

4.2. Quelle est la puissance moyenne consommée dans ce circuit ? 1,00 pt

EXERCICE 2 (3 POINTS)

Deux antennes radar, S_1 et S_2 , distantes de ℓ , sont alimentées en phase par un même oscillateur ; Elles émettent deux ondes de longueur d'onde λ . Soit O le milieu de S_1S_2 . L'onde résultante, superposition des deux ondes émises, est détectée en un point M situé à très grande distance devant ℓ ou λ .



1. En confondant les directions S_1M , OM et S_2M , caractérisées par l'angle $\theta = (\overrightarrow{S_1S_2} ; \overrightarrow{OM})$ montrer que la différence de marche entre les deux signaux qui interfèrent en M est sensiblement égale à $\delta = \ell \cos \theta$. **1,00 pt**

2. Pour quelles valeurs de θ détecte-t-on des maxima, sachant que $\ell = 2,25 \lambda$? **1,50 pt**

3. Comment faut-il modifier l'émission si l'on veut obtenir un minimum de détection dans le plan médiateur de S_1S_2 ? **0,50 pt**

EXERCICE 3 (5 POINTS)

1. Le plutonium ${}^{241}_{94}\text{Pu}$ est un nucléide fissile produit dans les réacteurs nucléaires. Il est radioactif β^- , sa période est $T = 13,2$ ans. Le plutonium 241 engendre aussi l'américium (Am), lui-même radioactif α qui se désintègre en un noyau de neptunium (Np).

1.1. Ecrire les équations des deux réactions de désintégration successives. **1,00 pt**

1.2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration de l'américium. **0,50 pt**

1.3. Le noyau d'américium est supposé au repos dans le repère du laboratoire. On fait l'hypothèse que le noyau de neptunium et la particule α ne sont pas relativistes. En appliquant les lois de conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie, déterminer, en MeV, l'énergie cinétique maximale de la particule α . **1,50 pt**

2. De la charge de combustible irradié extrait d'un réacteur nucléaire, on prélève un échantillon contenant une masse $m_0 = 100$ g de plutonium 241.

2.1. Calculer l'activité de cet échantillon à la date de prélèvement. **1,00 pt**

2.2. Au bout de combien de temps cette activité sera-t-elle divisée par 1 000 ? **1,00 pt**

Données :

- Masse du noyau américium : 241,0567 u ;
- Masse du noyau neptunium : 237,0480 u ;
- Masse de la particule α : 4,0015 u ;
- Masse du noyau plutonium : 241,0605 u ;
- $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

EXERCICE 4 (6 POINTS)

Sur la table à coussin d'air horizontale, un dispositif approprié permet d'enregistrer le mouvement du centre d'inertie G d'un palet S de masse m accroché à deux ressorts identiques de coefficient de raideur K_0 ; les autres extrémités des ressorts sont accrochés à deux points fixes de la table. On admet que ce dispositif est équivalent à un palet S de masse m fixé à l'extrémité d'un ressort de raideur $K = 2 K_0$ dont l'autre extrémité est fixe (on a ainsi constitué un pendule élastique horizontal). La masse de chaque ressort est considérée comme nulle.

On réalise trois expériences. Les graphiques de la feuille annexe donnent l'élongation x de G en fonction du temps pour chaque expérience.

L'énergie potentielle élastique E_{pe} du système "palet + ressort" (pendule élastique) sera prise nulle à la position d'équilibre ($x = 0$).



1. D'après les résultats expérimentaux, peut-on dire si la période T des oscillations du pendule horizontal ainsi constitué dépend :

- a) de l'amplitude X_m des oscillations
- b) du coefficient de raideur K du ressort
- c) de la masse m du palet S

0,50pt
0,50pt
0,50pt

Justifier les réponses et, lorsque les éléments dont on dispose ne permettent pas de répondre, proposer une ou des expériences conduisant à disposer des éléments permettant de répondre.

2. A partir de ces résultats expérimentaux, déterminer le coefficient de raideur K_0 de chacun des ressorts : le calculer. La masse du palet est $m = 0,16$ kg.

0,50pt

3. On repère des instants t_1, t_2, t_3 pour lesquels l'élongation x de G par rapport à la position d'équilibre est la même dans les trois expériences.

Répondre par VRAI ou FAUX à chacune des affirmations suivantes et justifier :

2,00pt

- a) dans les trois cas, G a la même vitesse.
- b) la vitesse de G dans le premier cas est nulle.
- c) la force de rappel exercée par le ressort sur le palet a la même intensité dans les trois cas.
- d) dans les trois cas le palet s'éloigne de sa position d'équilibre.
- e) l'énergie potentielle du système est la même dans les trois cas.
- f) l'énergie cinétique du système est la même dans les trois cas.
- g) l'énergie mécanique du système "pendule élastique" est la même dans les trois cas.
- h) l'énergie mécanique du système "pendule élastique", c'est-à-dire le système "palet + ressort", est égale à l'énergie potentielle élastique dans le premier cas.

4. Pour chacune des affirmations suivantes, reporter sur la copie la bonne réponse et justifier.

2,00pt

a) c'est dans la deuxième expérience que le centre d'inertie G a la plus grande vitesse lors de son passage par la position d'équilibre :

VRAI FAUX

b) l'énergie potentielle du système "pendule élastique" dans la deuxième expérience est maximale à :

t_4 t_5 t_6

c) au cours d'un même enregistrement l'énergie mécanique du système "pendule élastique" reste constante :

VRAI FAUX

d) l'énergie potentielle maximum du système E_{pmax3} dans la troisième expérience comparée à celle E_{pmax2} dans la deuxième expérience est telle que le rapport

$\frac{E_{pmax3}}{E_{pmax2}}$ est égal à :

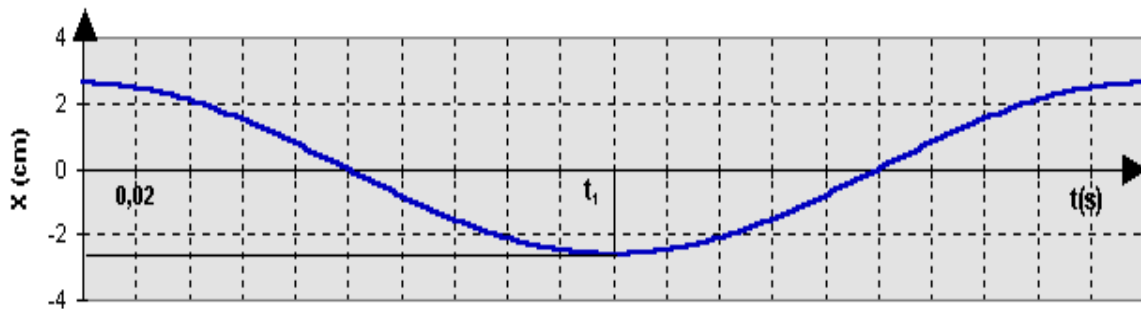
$\frac{3}{4}$

$\frac{4}{3}$

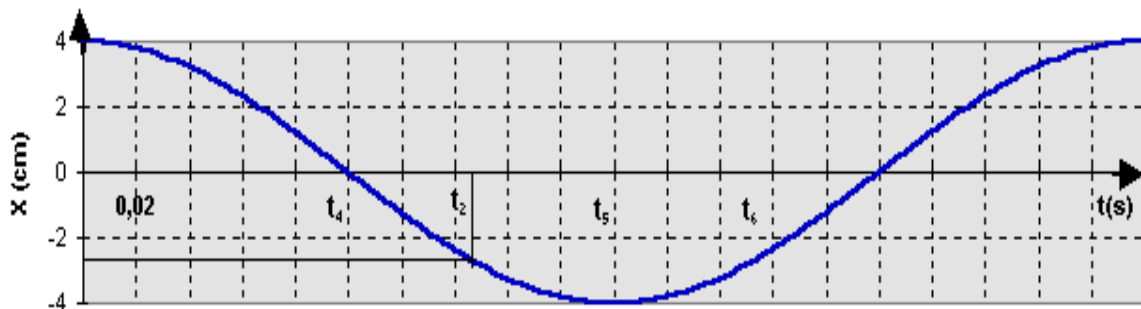
$\frac{16}{9}$

$\frac{9}{16}$

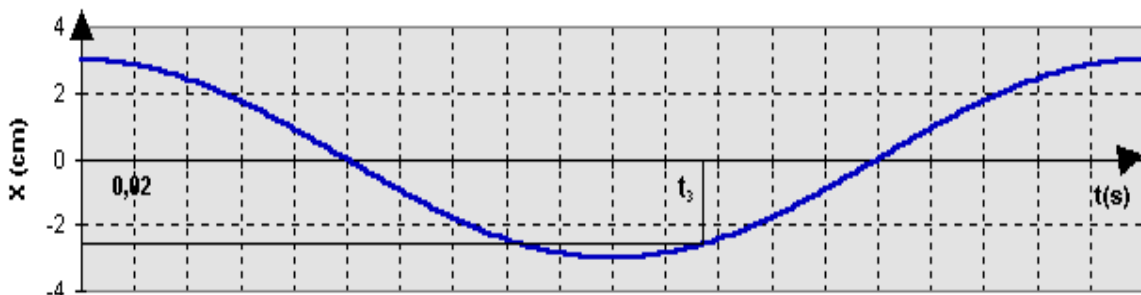
Expérience 1



Expérience 2



Expérience 3



Fin de l'épreuve