

Concours d'entrée (Génie)

25 juillet 2017

Examen de Physique

Durée : 1,5 heure

N.B. : Toutes les questions sont obligatoires.

Exercice I (5 points)

Un noyau α d'énergie cinétique $E_{C\alpha} = 5,31 \text{ MeV}$ est capté par un noyau de béryllium ${}^9_4\text{Be}$, initialement au repos. Un noyau ${}^a_b\text{X}$ prend naissance avec l'émission d'une radiation γ de longueur d'onde $\lambda = 8,51 \cdot 10^{-14} \text{ m}$.

- 1) Ecrire l'équation bilan de la réaction nucléaire précédente et identifier le noyau ${}^a_b\text{X}$.
- 2) Calculer l'énergie libérée E_ℓ par cette réaction nucléaire.
- 3) Calculer l'énergie E_γ du rayonnement γ .
- 4) En appliquant la conservation de l'énergie totale de la réaction nucléaire, calculer l'énergie cinétique E_{cX} du noyau ${}^a_b\text{X}$.

On donne :

$1 \text{ u} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$, $1 \text{ MeV} = 1,60 \cdot 10^{-13} \text{ J}$, célérité de la lumière dans l'air $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $m_\alpha = 4,0026 \text{ u}$, $m_{\text{Be}} = 9,0121 \text{ u}$ et $m_X = 13,0033 \text{ u}$.

Exercice II (6 points)

Un dispositif à fentes d'Young dans l'air, est utilisé pour réaliser des interférences lumineuses à partir de la lumière rouge d'un laser S, placé sur l'axe $z'z$, et de longueur d'onde $\lambda = 650 \text{ nm}$. Les deux fentes identiques F_1 et F_2 , symétriques par rapport à l'axe $z'z$ et séparées de la distance $a = 0,15 \text{ mm}$, sont placées à la distance $d = 20 \text{ cm}$ du laser. On observe des franges d'interférences sur un écran E parallèle au plan des fentes et situé à une distance $D = 1,4 \text{ m}$ de ces fentes. Ce dispositif est représenté dans la Figure 1.

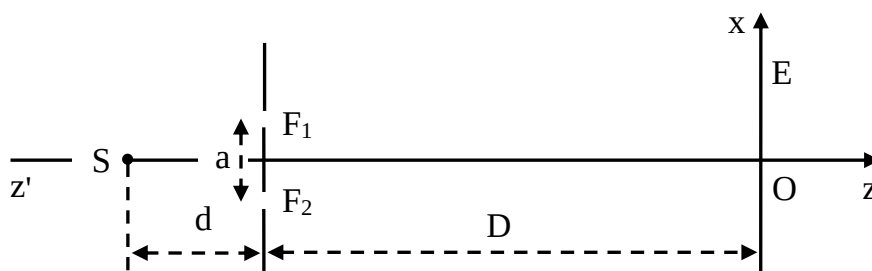


Figure 1

- 1) Quel est l'intérêt d'utiliser des fentes d'Young pour observer les interférences lumineuses ?
- 2) Quelle est la condition sur la différence de marche optique pour que les interférences soient constructives ? Destructives ?
- 3) Quelle est, en justifiant, la nature de la frange au point O ?
- 4) Que représente l'interfrange et quelle est son expression ?
- 5) La position d'un point sur l'écran E est repérée, par rapport au point O, par son abscisse x.
- a) Quelle est l'expression de la différence de marche optique δ d'un point d'abscisse x.
- b) Déterminer la nature et l'ordre de la frange au point M d'abscisse $x_M = 9,1 \text{ mm}$.
- 6) On dispose maintenant, parallèlement au plan des fentes, sur le trajet des rayons issus du laser S et arrivant en F₁, un film de polyéthylène téréphtalate, assimilable à une lame à faces parallèles d'indice de réfraction $n = 1,61$ et d'épaisseur $e = 0,90 \text{ }\mu\text{m}$. Sachant que l'expression de la nouvelle différence de marche optique d'un point d'abscisse x est $\delta' = \frac{ax}{D} - (n - 1)e$, calculer alors la nouvelle position O' d'abscisse x_O , de la frange centrale. Interpréter le résultat.

Exercice III (7 points)

Un condensateur de capacité $C = 50 \text{ }\mu\text{F}$, est chargé par une pile de tension U_0 constante. Ensuite le condensateur est déconnecté de la pile, après avoir atteint sa tension maximale, puis branché au temps $t_0 = 0 \text{ s}$ aux bornes d'une bobine. La tension instantanée aux bornes du condensateur au temps $t \geq 0$ est donnée par : $u_c = 12 \cos(250 t)$ où u_c en volt et t en seconde. Prendre $\pi = 3,14$.

- 1) Calculer la tension U_0 , la période des oscillations électriques et l'énergie électrique maximale dans le condensateur.
- 2) Justifier la conservation de l'énergie totale dans le circuit électrique.
- 3) Quelles sont, en justifiant, la valeur de la résistance de la bobine et la période propre du circuit électrique ?
- 4) Calculer l'inductance de la bobine.
- 5)
 - a) Déterminer l'expression de l'intensité instantanée i du courant électrique dans le circuit, où se déplace une charge électrique q , telles que i et q sont de même signe. En déduire l'énergie magnétique maximale dans la bobine.
 - b) Déterminer l'expression de la tension instantanée u_b aux bornes de la bobine. En déduire le déphasage entre les tensions u_b et u_c .

Exercice IV (12 points)

Un chariot (S), de faible dimension et de masse $m = 300 \text{ g}$, est lâché sans vitesse initiale du sommet O d'un rail incliné $OA = 40 \text{ cm}$ formant avec l'horizontal un angle $\alpha = 30^\circ$.

Les forces résistives, au roulement du chariot (S) lors de son déplacement du point O vers le point A sont négligées. Par contre, le chariot (S) dépasse le point A sur un rail horizontal AB et s'arrête en un point C sous l'action d'une force résistive d'intensité $f = 3 \text{ N}$, comme l'indique la Figure 2a.

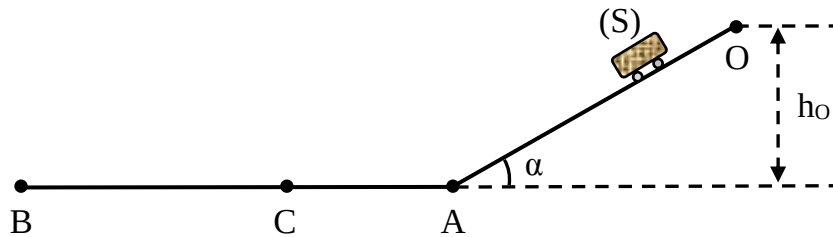


Figure 2a

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le rail AB. Prendre l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- 1) Calculer l'énergie mécanique du système (chariot, Terre), quand le chariot (S) part du point O.
- 2) Déduire la valeur de la vitesse du chariot (S) au point A.
- 3) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système (chariot, rail horizontal, Terre) quand le chariot (S) passe du point A au point C. Déduire la valeur de la distance AC.
- 4) Le système (chariot, rail horizontal, Terre, air) est énergétiquement isolé. Calculer alors la variation de l'énergie interne du système (chariot, rail horizontal, Terre, air), quand le chariot (S) passe du point A vers le point C. Interpréter le résultat.
- 5) On recommence l'expérience précédente, en lâchant le chariot (S) du point O sans vitesse initiale, où sur le rail horizontal AB on place un ressort (R) à spires non jointives BI, de constante de raideur $k = 20 \text{ N/m}$, telle que la distance AI = 10 cm, comme le montre la Figure 2b. La force résistive à l'avancement du chariot (S) sur le rail AB est toujours d'intensité $f = 3 \text{ N}$.

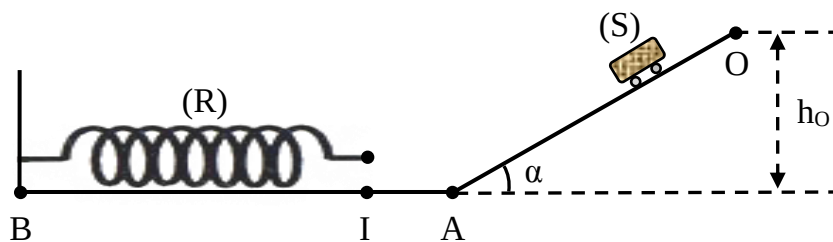


Figure 2b

- a) Calculer la vitesse du chariot (S) au point I.
- b) Déduire la valeur de la compression maximale x_m du ressort, après avoir établi une équation du second degré en x_m .