

## Devoir surveillé de sciences physiques n°7

*Les calculatrices sont autorisées.*

*Soignez la présentation, rédigez clairement en expliquant bien tous vos raisonnements et faites des schémas.*

*Si possible, vous donnerez une expression littérale de chaque réponse, puis ferez l'application numérique.*

*Les questions sont totalement indépendantes entre elles.*

*Ne rendez pas le sujet avec votre copie.*

Données pour l'ensemble du sujet :

- Masse de la Lune :  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{kg}$
- Rayon de la Lune :  $R_L = 1737 \text{km}$
- Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$
- Masse d'un électron :  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

### Question 1 : Bobby et sa fronde :

Bobby (qui mesure  $1m80$ ) s'est fabriqué une fronde en accrochant un caillou au bout d'une ficelle de longueur  $l = 50 \text{cm}$ . Le bras tendu au dessus de sa tête, il fait tourner la fronde (dans un plan horizontal) à la vitesse angulaire  $\omega = 120 \text{tours/minute}$  puis la lâche. À quelle distance de Bobby le caillou va-t-il atterrir ? (on négligera les frottements de l'air et la masse de la ficelle).

### Question 2 : Chute d'une pierre précieuse dans un lac :

Gina se baigne dans un lac de profondeur  $H = 10 \text{m}$  quand un petit diamant de diamètre  $D = 0,5 \text{mm}$  se détache de sa bague et tombe verticalement vers le fond du lac.

On donne la masse volumique du diamant :  $\rho_d = 3,5 \text{kg/L}$  ainsi que celle de l'eau  $\rho_e = 1,0 \text{kg/L}$ . On assimilera le diamant à une sphère et on donne l'expression de la force de frottement que le diamant subit de la part de l'eau (on est ici en régime laminaire) :  $\vec{f} = -6\pi\eta R\vec{v}$  où  $\eta$  est la viscosité dynamique de l'eau liquide, qui, à la température du lac ( $20^\circ \text{C}$ ) vaut  $\eta = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{Pa.s}$ .

- a) Combien vaut la vitesse limite atteinte par le diamant et au bout de combien de temps a-t-il atteint cette vitesse, à 95% près ?
- b) Combien de temps met le diamant pour arriver au fond du lac ?

### Question 3 : Bille sur plan incliné :

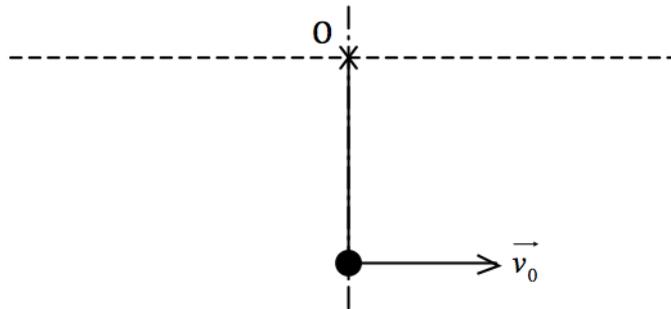
On considère un plan incliné faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. On communique à une bille, initialement située en bas du plan incliné, une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  dirigée vers le haut du plan, et de norme  $v_0 = 2 \text{m/s}$ .

- a) Si on néglige les frottements entre la bille et le plan incliné, combien de temps met la bille pour repasser par sa position initiale.
- b) Même question si on suppose maintenant qu'il existe un coefficient de friction dynamique  $f = 0,4$  entre la bille et le plan incliné.

#### Question 4 : Pistolet à ressort :

On utilise un ressort de raideur  $k = 40N.m^{-1}$  pour projeter horizontalement une bille de masse  $m = 20g$ . Si on veut communiquer à la bille une vitesse initiale  $v_0 = 20km/h$ , de quelle distance  $D$  faut-il comprimer le ressort ?

#### Question 5 : Looping :



On accroche un caillou de masse  $m$  à l'extrémité d'une ficelle de longueur  $L$ , dont l'autre extrémité est maintenue fixe (en  $O$ ). Initialement la ficelle est verticale. Quelle est la vitesse minimale (que vous exprimerez en fonction de  $g$  et  $L$ ) qu'il faut communiquer au caillou dans sa position d'équilibre pour qu'il puisse faire un tour complet *sans que la ficelle ne se détende* ? Faites l'application numérique pour une ficelle mesurant 1 mètre de long.

#### Question 6 : Le temps qui passe :

Déterminer les instants exacts dans une journée où l'aiguille des heures est parfaitement alignée avec celle des minutes (vous donnerez chacun de ces instants sous la forme  $x$  heures  $y$  minutes).

#### Question 7 : Oscilloscope :

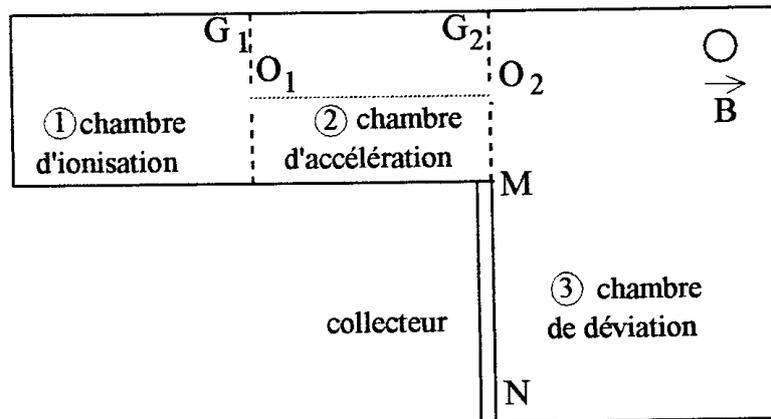
Un oscilloscope est constitué d'un canon à électron où des électrons, initialement au repos, sont tout d'abord accélérés par une tension  $U_a = 1kV$ . On obtient ainsi un faisceau d'électrons se déplaçant horizontalement, tous à la même vitesse.

Les électrons passent alors entre deux plaques métalliques horizontales entre lesquelles est appliquée une tension  $U$  à mesurer. La distance entre les plaques est notée  $e$  et la longueur des plaques  $L$ . Quand ils sortent de la zone entre les plaques, les électrons se déplacent librement (i.e. sans être soumis à aucune force) avant d'atterrir sur un écran (vertical) situé à la distance  $l$  de l'extrémité des plaques.

Le centre de l'écran est à l'endroit où atterrissent les électrons lorsque  $U = 0$ .

Quelle tension  $U$  doit-on appliquer entre les plaques pour que les électrons atterrissent à la distance  $D = 5,0cm$  du centre de l'écran (on prendra  $e = 2,0cm$ ,  $L = 2,0cm$  et  $l = 10cm$ ) ?

### Question 8 : Spectromètre de masse :



Un spectromètre de masse est constitué des trois parties suivantes :

- Une chambre d'ionisation, dans laquelle des atomes de potassium  $K$  sont portés à haute température et ionisés en ions  $K^+$ . On considèrera qu'à la sortie de cette chambre, la vitesse des ions est quasi-nulle.
- La chambre d'accélération dans laquelle les ions sont accélérés entre  $O_1$  et  $O_2$  sous l'action d'une différence de potentiel établie entre les deux grilles  $G_1$  et  $G_2$
- La chambre de déviation dans laquelle les ions sont déviés par un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  de direction perpendiculaire au plan de la figure. Un collecteur d'ions constitué d'une plaque photosensible est disposé entre  $M$  et  $N$ .

- a) Laquelle des deux grilles ( $G_1$  ou  $G_2$ ) doit être au potentiel le plus élevé pour que les cations soient effectivement accélérés ?
- b) Dans quel sens doit être dirigé le champ  $\vec{B}$  pour que les cations soient effectivement déviés vers le collecteur d'ions ?
- c) On note  $T$  le point où atterrissent les ions sur le collecteur. Exprimer la distance  $O_2T$  en fonction de la charge  $q$  des ions, de leur masse  $m$  de la tension  $U$  appliquée entre  $G_1$  et  $G_2$  et du champ magnétique  $B$ .
- d) L'échantillon de potassium étudié contenait deux isotopes du potassium, l'un de nombre de masse  $A_1 = 39$  et l'autre de nombre de masse  $A_2$  inconnu (supérieur à  $A_1$ ). On observe sur la plaque photosensible deux taches  $T_1$  et  $T_2$  telles que  $OT_1 = 103,0\text{cm}$  et  $OT_2 = 105,6\text{cm}$ . Déterminer  $A_2$ .

### Question 9 : On a marché sur la Lune :

Un astronaute en mission à la surface de la Lune laisse tomber une clé à molette d'une hauteur  $H = 1,5\text{m}$ . Calculer le temps que met la clé pour toucher le sol ainsi que sa vitesse au moment de l'impact. Comparer avec les valeurs que l'on aurait obtenu si la chute avait eu lieu à la surface terrestre.

Données : Masse de la Lune :  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}\text{kg}$ , rayon de la Lune :  $R_L = 1737\text{km}$ .

### Question 10 : Laser Rouge :

On considère un pointeur LASER rouge de puissance  $P = 5,0\text{ mW}$ . Calculer combien de photons ce LASER émet par secondes puis combien de moles de photon il émet par secondes.

### Question 11 : Tourniquet :



Une pièce de 1 euro est placée sur un tourniquet, à une distance  $D = 1,5m$  de l'axe de rotation. On note  $f_s$  le coefficient de friction statique entre la pièce et le tourniquet. On constate que lorsque le tourniquet tourne à 1 tour/seconde, la pièce reste immobile mais lorsque le tourniquet tourne à 2 tours par seconde, la pièce glisse. En déduire un encadrement de  $f_s$ .

### Question 12 : Effet photoélectrique :

L'aluminium a un travail d'extraction  $W_{ext} = 4,08eV$ .

- En dessous de quelle longueur d'onde une onde électromagnétique sera-t-elle capable d'arracher des électrons à une plaque d'aluminium ?
- On suppose que les électrons arrachés sont ensuite soumis à une différence de potentiel  $U$  dirigée de tel sens qu'elle les ralentit. L'expérience de Lénard consiste à éclairer la plaque d'aluminium puis à regarder si les électrons sont capable de traverser la différence de potentiel  $U$  pour arriver sur la plaque d'en face. Si les électrons arrivent à traverser, on mesure une intensité non nulle, et s'ils n'y parviennent pas, on mesure une intensité nulle.

Si on éclaire l'aluminium avec une lumière UV de longueur d'onde  $\lambda = 150nm$ , à partir de quelle valeur de  $U$  l'intensité mesurée sera-t-elle nulle ?