

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 1 heure

Questions obligatoires

1 L'onde sonore

Un musicien joue de la trompette sur une scène devant un public disposé sur dix rangs. Le niveau sonore à la sortie de la trompette a pour valeur $L = 90$ dB.

Données : Intensité sonore de référence : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Le son se propage à la vitesse de 300 m.s^{-1} .

- A. Les ondes sonores sont des ondes mécaniques.
- B. Une onde sonore de fréquence 1000 Hz , se propageant à la vitesse de 300 m.s^{-1} a une longueur d'onde de $0,3 \text{ cm}$.
- C. Chaque personne du public perçoit une onde de même intensité sonore.
- D. L'intensité sonore à la sortie de la trompette a pour valeur $I = 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$.

Le son se réfléchit sur le mur du fond de la scène et revient vers le public. Un écho est alors perçu si une personne entend le même son avec un décalage temporel supérieur à 40 ms . Le musicien se trouve à 10 m du mur du fond de la scène.

- E. Le public n'entend pas d'écho.

2 Équations horaires

Une balle de hockey sur gazon est mise en mouvement dans un référentiel terrestre.

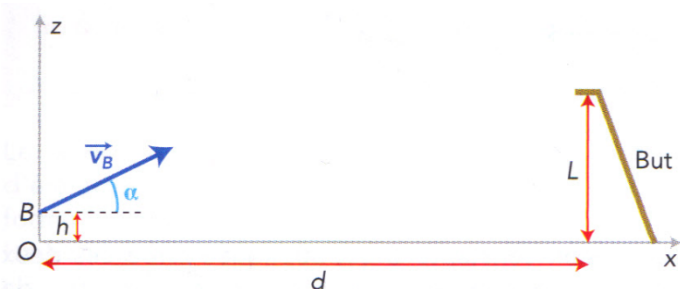
À la date $t = 0 \text{ s}$, la balle se trouve au point B et la vitesse initiale est donnée par le vecteur vitesse \vec{v}_B .

Le champ de pesanteur est supposé uniforme.

Les actions de l'air sont négligées.

Les équations horaires sont les suivantes :

$$\begin{cases} x(t) = 6t \\ z(t) = -5t^2 + 6t + 0,40 \end{cases}$$

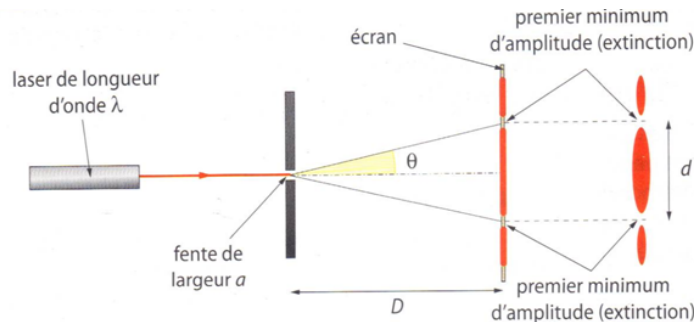


Données : La distance $d = 6,0 \text{ m}$ et la hauteur du but $L = 2,50 \text{ m}$

- A. Le mouvement est uniforme selon l'axe horizontal.
- B. La balle est au sommet de la trajectoire à la date $t = 0,7 \text{ s}$.
- C. Le vecteur accélération de la balle a une intensité de 10 m.s^{-2} .
- D. La hauteur maximale atteinte par la balle est $z_{\max} = 0,85 \text{ m}$.
- E. Le but est marqué.

3 Diffraction d'une onde

On effectue une expérience de diffraction de la lumière d'un laser, de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$, par une fente de largeur a selon le montage ci-contre. On a mesuré une largeur $d = 0,012 \text{ m}$ lorsque la fente a une largeur égale à $a = 0,20 \text{ mm}$.

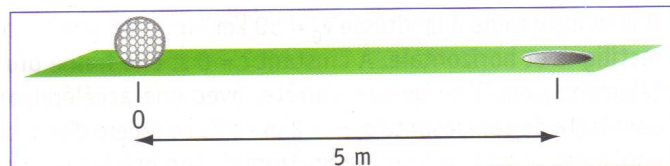


- A. La largeur d de la tache centrale augmente si la largeur a de la fente augmente.
- B. La largeur d de la tache centrale augmente si λ augmente.
- C. La distance entre la fente et l'écran vaut $D = 2 \text{ m}$.
- D. La figure de diffraction est identique si on utilise un fil ou une fente.
- E. Un faisceau d'électrons subit un phénomène de diffraction en passant par une fente.

4 Mouvement et force

Une balle de golf se trouve sur le green, surface d'herbe coupée très courte. Le golfeur utilise son club pour pousser la balle, sans la soulever, et la faire tomber dans le trou situé à une distance $d = 5 \text{ m}$. Le golfeur exerce alors une force constante \vec{F} de direction horizontale pendant $0,1 \text{ s}$. La vitesse de la balle passe de $v_0 = 0$ à $v_1 = 1 \text{ m.s}^{-1}$.

Donnée : masse de la balle 50 g .



On néglige d'abord les frottements.

- A. L'accélération de la balle pendant la phase de poussée a pour valeur $a = 1 \text{ m.s}^{-2}$.
- B. Le club exerce une force d'intensité $F = 1 \text{ N}$.
- C. Le travail de la force exercée par le golfeur est $W(\vec{F}) = 3 \text{ J}$.
- D. Pendant la phase de poussée, l'énergie mécanique se conserve.

L'herbe exerce en réalité une force de frottement de direction horizontale, de sens opposé au mouvement et d'intensité $f = 0,05 \text{ N}$. À la fin de la phase de poussée, la balle a un mouvement rectiligne en direction du trou et la vitesse de la balle est $v_1 = 1 \text{ m.s}^{-1}$.

- E. La balle tombe dans le trou.

Questions à choisir

5 Transmission de données numériques

La fibre optique permet de partager un film vidéo en quelques instants et sur de longues distances. La qualité de la transmission des données est caractérisée par le débit et l'atténuation que subit le signal.

Une fibre optique a un débit moyen de 100 Mbit/s et une atténuation linéique de 0,2 dB/km.

La vitesse de la transmission correspond à la vitesse de la lumière dans le verre : $v = 2,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Données : L'atténuation linéique α , correspondant à la diminution de la puissance du signal par kilo-

mètre, est définie par : $\alpha = \frac{10}{L} \log\left(\frac{P_e}{P_S}\right)$

avec P_e : la puissance du signal à l'entrée de la fibre,

P_S : la puissance du signal à sa sortie,

L : la distance parcourue par le signal en km.

Aide au calcul : $\log(10^n) = n$

- A. La propagation dans une fibre optique est dite libre.
- B. Dans une fibre optique de 1000 km de longueur, les informations sont transmises en 5 μs .
- C. La transmission d'une image de 400×500 pixels codée en RVB nécessite $6 \cdot 10^5$ octets.

Un film projette 25 images de 400×500 pixels codées en RVB par seconde.

- D. Le débit de la fibre utilisée est insuffisant pour voir le film dans de bonnes conditions.

Le long d'une fibre optique, le signal est amplifié lorsque $P_S = P_e/100$.

- E. Le signal est amplifié tous les 100 km parcourus.

6 Échange d'énergie

Une bouteille isotherme de type « thermos » est un système ingénieux qui permet de garder chaud ou froid pendant plusieurs heures le liquide qu'elle renferme. L'isolation est assurée par une double paroi de verre. Entre les deux parois, on a fait le vide. De plus, le verre est argenté pour supprimer les rayonnements thermiques vers l'extérieur.

On introduit dans la bouteille un volume $V = 0,5 \text{ L}$ d'eau. L'ensemble a une température de 95°C .

La température du système diminue de 2°C toutes les 4000 secondes.

Donnée : Chaleur massique thermique de l'eau : $c_{\text{eau}} \simeq 4,0 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (\text{avec } m \text{ en kg, } c \text{ en } \text{kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}, \Delta T \text{ en } ^\circ\text{C})$$

- A. L'énergie perdue en 4000 s est de 4,0 kJ.
- B. Le flux thermique est $\Phi = 5 \text{ W}$.
- C. La résistance thermique de la paroi est inférieure à $0,5 \text{ K.W}^{-1}$.
- D. Plus la paroi est isolante, plus la conductivité thermique λ est grande.

L'épaisseur de la paroi est de 10 mm. La surface intérieure du vase est de $0,05 \text{ m}^2$ et la résistance thermique est fixée à la valeur $R_{\text{th}} = 1,0 \text{ K.W}^{-1}$.

- E. Dans ces conditions, la conductivité thermique de la paroi du vase Dewar est $\lambda = 0,2 \text{ W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

7 La chauve-souris

« Non seulement le sonar des chauve-souris leur indique à quelle distance se trouve une proie ou un obstacle, mais il leur révèle aussi des détails précis de cet objet. Du retard de l'écho par rapport aux sons qu'elles émettent, les chauve-souris déduisent la distance aux objets. En détectant les variations de fréquence de l'écho par rapport au son émis, elles perçoivent la vitesse relative d'un insecte en vol et la fréquence des battements de ses ailes. »

D'après N. Suga « Pour la science » juillet 2001.

Le signal reçu par la chauve-souris a une fréquence $f_r = 50,5$ kHz et la fréquence du signal émis $f_e = 50$ kHz et est perçu 10 ms après l'émission.

L'effet Doppler donne une relation entre f_e , f_r , v et u avec v la vitesse de l'onde émise par la chauve-souris et u la vitesse de l'insecte. Le signe devant u dépend de l'approche ou de l'éloignement de l'insecte par rapport à la chauve-souris. $f_r = f_e \times \frac{v}{v \pm u}$

Données : Vitesse des ultrasons dans l'air : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$

- A. L'insecte se trouve à une distance $d = 3,4$ m de la chauve-souris.
- B. L'insecte s'éloigne de la chauve-souris.
- C. Dans ce cas, la relation s'écrit : $f_r = f_e \times \frac{v}{v - u}$
- D. La vitesse u de l'insecte se calcule ainsi : $u = v \times \left(1 - \frac{f_e}{f_r}\right)$
- E. La vitesse de l'insecte a pour valeur $u = 3,4 \text{ m.s}^{-1}$.

8 Voyage lunaire

Le 16 juillet 1969, le lanceur Saturn V a décollé de Cap Canaveral et a emmené l'équipage de la mission Apollo 11 sur le sol lunaire. Après plus de 70 heures de vol, le vaisseau spatial s'est mis en orbite circulaire autour de la Lune à une altitude de 110 km avant de faire descendre le module lunaire sur la Lune avec à son bord Niel Armstrong et Edwin Aldrin. Le rayon de la trajectoire du vaisseau vaut alors 1800 km.

Données : Constante de gravitation universelle : $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ SI}$

Masse de la Lune : $M_L = 7,0 \times 10^{22} \text{ kg}$

Masse du vaisseau : $m = 30 \text{ t}$

Aide au calcul : $\sqrt{\frac{77}{30}} = 1,6$; $\sqrt{\frac{7,7}{30}} = 0,5$.

- A. La vitesse du vaisseau est constante sur l'orbite circulaire.
- B. Le vecteur accélération et le vecteur vitesse sont perpendiculaires à chaque instant.
- C. La vitesse du vaisseau ne dépend pas de la masse du vaisseau.
- D. Si la vitesse du vaisseau augmente, la période de révolution autour de la Lune augmente.
- E. La vitesse du vaisseau sur cette orbite vaut $v = 1,6 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

9 Quantité de mouvement et énergie

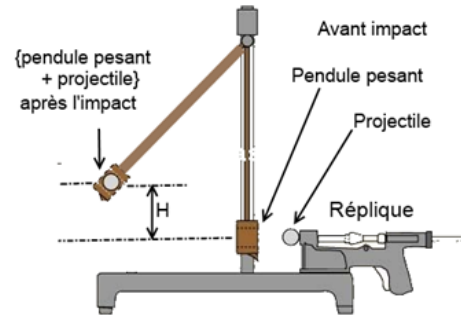
Un pendule est constitué d'une masse suspendue à un fil inextensible. On le lâche sans vitesse initiale et on néglige les frottements de l'air.

Données : Masse du pendule : $M = 50 \text{ g}$

$$\text{Période d'un pendule : } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\text{Intensité de la pesanteur : } g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$$

Aide au calcul : $\pi^2 = 10$



- La période d'un pendule de longueur $l = 1 \text{ m}$ vaut $T = 2 \text{ s}$.
- L'énergie mécanique du pendule se conserve lors des oscillations.

Un pendule balistique est un système permettant de mesurer la vitesse v d'un projectile de masse m . Un pistolet à air comprimé tire des projectiles de masse $m = 0,25 \text{ g}$ et le projectile reste alors attaché à la masse M du pendule balistique qui monte à une hauteur maximale $H = 0,05 \text{ m}$. On prend $E_p = 0 \text{ J}$ dans la position d'équilibre du pendule.

- L'énergie mécanique du système (projectile+pendule) est $E_m = 2,5 \times 10^{-2} \text{ J}$.
- La vitesse du pendule juste après le choc est $V = 1,0 \text{ m.s}^{-1}$.
- La vitesse du projectile à la sortie du pistolet est $v = 200 \text{ m.s}^{-1}$.

10 Onde et particule

La matière est constituée de nombreuses particules. Le noyau d'un atome est constitué de protons et de neutrons, eux-mêmes constitués de quarks. Le proton est constitué de deux quarks *up* et d'un quark *down*. Un quark *up* possède une charge électrique égale à $2e/3$

Données : Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Masse d'un proton : $m_p = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Vitesse de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck : $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Longueur d'onde associée à une particule de quantité de mouvement p : $\lambda = \frac{h}{p}$

Dilatation des durées : $\Delta T = \gamma \times \Delta T_0$

- La charge d'un quark *down* est $-\frac{e}{3}$.
- La cohésion des noyaux des atomes est obtenue grâce à l'interaction électrique.
- Un proton ayant une vitesse correspondant à 10% de la vitesse de la lumière est associé à une onde de longueur d'onde λ d'ordre de grandeur 10^{-14} m .

Les muons sont des particules produites lors de la collision entre particules cosmiques et particules de l'atmosphère. Elles sont formées à 20 km d'altitude et touchent le sol en $67 \mu\text{s}$ pour un observateur terrestre. Des études ont montré que la durée de vie propre des muons est de $2,2 \mu\text{s}$. Ce qui s'explique par la dilatation des durées dans le cadre de la théorie de la relativité restreinte.

- La vitesse d'un muon pour un observateur terrestre est proche de la vitesse de la lumière.
- Le coefficient de dilatation a pour valeur $\gamma = 0,3$.

**CORRIGÉ DU SUJET OFFICIEL
DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE**

	A	B	C	D	E
1	V	F	F	V	F
2	V	F	V	F	V
3	F	V	V	V	V
4	F	F	F	F	F
5	F	F	V	V	V
6	V	F	F	F	V
7	F	F	V	V	V
8	V	V	V	F	V
9	V	V	V	V	V
10	V	F	V	V	F