

6 mai 2017

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Consignes aux candidats

Durée de l'épreuve : 1 heure

- Vous devez commencer par remplir la partie administrative de votre fiche optique, avec indication de votre nom, prénom, et en cochant les cases de votre identifiant personnel : le numéro QCM.
- L'épreuve de Physique se déroule sur 1 heure et est constituée de 4 questions obligatoires et de 4 questions à choisir parmi les questions numérotées de 5 à 10.
- Chaque question comporte cinq propositions : A, B, C, D, E.
- Pour chaque question :
 - Vous cochez la (ou les) case(s) V de la fiche optique correspondant à toute proposition que vous jugez vraie.
 - Vous cochez la (ou les) case(s) F de la fiche optique correspondant à toute proposition que vous jugez fausse.
 - Les cinq propositions peuvent être toutes vraies ou toutes fausses
- Toute case correctement remplie entraîne une bonification.
- Toute erreur est pénalisée.
- **Il est donc préféré une absence de réponse à une réponse inexacte.**
- Seule la fiche optique est ramassée en fin d'épreuve.

LES CALCULATRICES NE SONT PAS AUTORISÉES

Durée de l'épreuve : 1 heure

Vérifiez que votre épreuve est constituée de 5 pages numérotées de 1 à 5.

Dans le cas contraire, demandez un nouveau sujet.

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 1 heure

Questions obligatoires

1 Travail et énergie

Le jeu de curling se pratique sur une patinoire horizontale. Le joueur pousse un palet initialement immobile puis le lâche dans l'objectif de lui faire atteindre une cible. Pour cela, il exerce pendant 4 s une force constante \vec{F} suivant une trajectoire rectiligne.



Le palet possède une énergie cinétique de 40 J au moment où le joueur lâche le palet. Le palet a une masse de 20 kg.

- A. La vitesse atteinte par le palet à la fin de la phase de poussée vaut $v_0 = 4 \text{ m.s}^{-1}$.
- B. L'accélération pendant la phase de poussée vaut $a = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$.

Le palet va parcourir une distance $d = 40 \text{ m}$ avant de s'arrêter dans la cible.

- C. L'énergie mécanique est constante.
- D. Le travail de la force de frottement \vec{f} est égal à la variation d'énergie cinétique.
- E. La force de frottement \vec{f} a pour valeur $f = 0,01 \text{ N}$.

2 Transferts thermiques

Une bouilloire électrique, de puissance électrique 1000 W, contient 0,5 L d'eau initialement à $20,0^\circ \text{C}$. La bouilloire fonctionne pendant 2 min.

Données : masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$

Chaleur massique thermique de l'eau : $c_{\text{eau}} \simeq 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$

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

$\text{Rendement} = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie électrique consommée}} \times 100$

- A. L'énergie électrique consommée est de 120 kJ.
- B. Une bouilloire de puissance 1000 W consomme 1000 J par seconde de fonctionnement.

La température de l'eau en fin de fonctionnement est de 70°C .

- C. L'énergie interne de l'eau a augmenté de 105 kJ.
- D. Le rendement de la bouilloire est de 70 %.

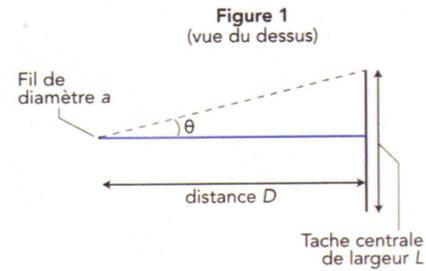
On verse l'eau de la bouilloire dans une même quantité d'eau à la température de 40°C . On suppose qu'il n'y a pas d'échange d'énergie avec l'extérieur.

- E. La quantité d'énergie reçue par l'eau froide est plus grande que l'énergie perdue par l'eau chaude.

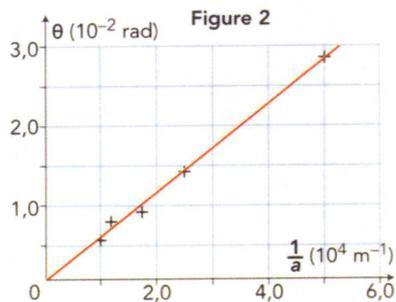
3 Diffraction d'une onde

On effectue une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . À quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètre connu.

La figure de diffraction est observée sur un écran placé à une distance $D = 1,60$ m des fils.



Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale. On calcule alors l'écart angulaire θ du faisceau diffracté et on trace la courbe $\theta = f(\frac{1}{a})$.



- La courbe montre que l'écart angulaire θ est proportionnel au diamètre du fil a .
- La relation liant L et D s'écrit : $\theta = \frac{L}{D}$.
- Un point de la droite a pour coordonnées $(4,10^4; 2,8 \cdot 10^{-2})$. On en déduit que la longueur d'onde du laser a pour valeur $\lambda = 550$ nm.
- L'écart angulaire ne varie pas avec la couleur du laser.

Pour un fil de diamètre inconnu, on mesure un écart angulaire θ égal à $2,2 \cdot 10^{-2}$ rad.

- À partir de la courbe, on obtient une valeur du diamètre du fil égale à $4 \mu\text{m}$.

4 Équations horaires

On étudie un objet, considéré ponctuel, en mouvement dans le référentiel terrestre.

On donne les équations horaires du centre d'inertie G de l'objet dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

$$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x(t) = 5t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -5t^2 + 5t + 5 \end{cases}$$

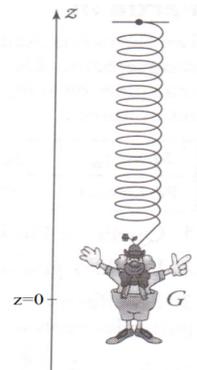
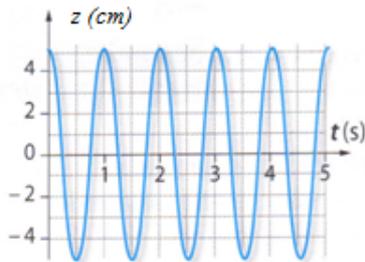
Données : Intensité de pesanteur : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

- À la date $t = 0$ s, le centre d'inertie a pour abscisse $x_0 = 5$ m.
- À la date $t = 0$ s, la vitesse du centre d'inertie a pour valeur $v_0 = 5 \text{ m.s}^{-1}$.
- L'accélération est constante et vaut $a = 5 \text{ m.s}^{-2}$.
- L'objet n'est soumis qu'à son poids.
- La trajectoire est une droite.

Questions à choisir

5 Oscillateur vertical

On suspend un objet de masse m à un ressort de raideur $k = 3 \text{ N.m}^{-1}$. On l'écarte de sa position d'équilibre et on le lâche : on a obtenu un pendule élastique vertical. On enregistre à l'aide d'un système d'acquisition la position du centre d'inertie G de l'objet en fonction du temps, la courbe obtenue est donnée ci-dessous.



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

La période des oscillations est donnée par : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

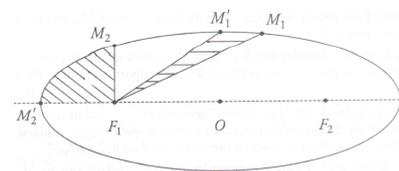
Énergie potentielle élastique : $E_p(\text{élastique}) = \frac{1}{2}kz^2$. L'énergie potentielle élastique inclut l'énergie potentielle de pesanteur

Énergie mécanique : $E_m = E_c + E_p(\text{élastique})$.

- A. L'énergie mécanique est constante.
- B. À la date $t = 1,5 \text{ s}$, l'énergie cinétique est maximale.
- C. À la date $t = 1,5 \text{ s}$, l'objet passe par sa position d'équilibre.
- D. L'énergie mécanique a pour valeur $E_m = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.
- E. Entre les dates $t = 0,5 \text{ s}$ et $t = 0,75 \text{ s}$, il y a transfert d'énergie cinétique vers l'énergie potentielle élastique.

6 Lois de Kepler

On donne ci-contre la trajectoire d'une comète tracée dans le référentiel héliocentrique. Les points F_1 et F_2 représentent les foyers de l'ellipse et O son centre. On suppose que les durées de parcours entre les points M_1 et M'_1 , puis entre les points M_2 et M'_2 sont égales.



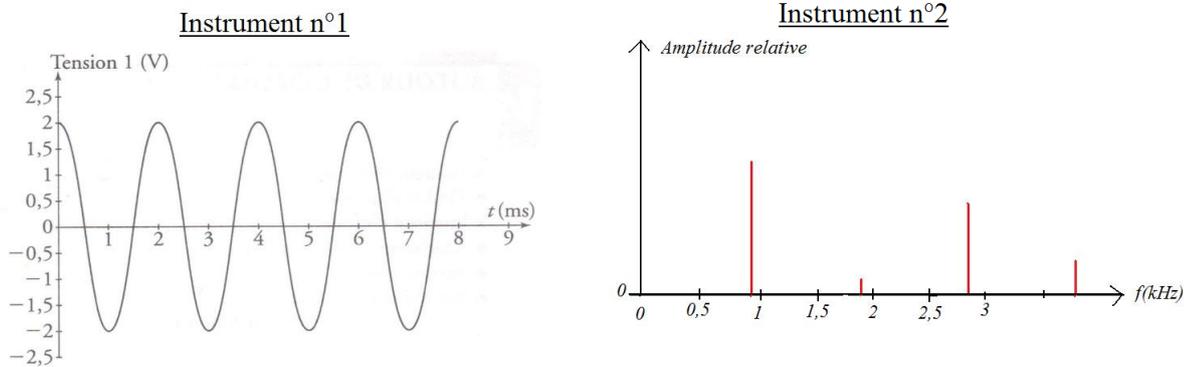
- A. La comète a une vitesse plus importante sur le parcours $M_2M'_2$ que sur le parcours $M_1M'_1$.
- B. Le Soleil est au foyer F_1 .

La comète est soumise à l'attraction gravitationnelle du Soleil. Tout autre action mécanique est négligée.

- C. La force exercée sur la comète est dirigée selon la droite reliant la comète et le Soleil quelque soit la position de la comète sur sa trajectoire.
- D. Le vecteur accélération de la comète est centripète.
- E. La troisième loi de Kepler s'écrit : $T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{\text{Soleil}}} \times (OM'_2)^3$

7 Onde sonore et musique

On enregistre le son émis par deux instruments : on donne l'oscillogramme enregistré avec l'instrument n° 1 et le spectre en fréquence de l'instrument n° 2.



Donnée : Seuil d'audibilité : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Aide au calcul : $\log 3 = 0,47$; $\log 2 = 0,3$

- A. La fréquence de la note jouée par l'instrument n° 1 est de 120 Hz.
- B. Les notes jouées par les deux instruments ont la même hauteur.
- C. Les deux instruments ont le même timbre.

Un public écoutant jouer un instrument reçoit un son de niveau sonore $L = 90 \text{ dB}$.

- D. L'intensité sonore reçue par le public est $I = 1,0 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$.
- E. Si trois instruments identiques émettent un son d'intensité I , alors le public reçoit un son de niveau sonore $L' = 93 \text{ dB}$.

8 Les ondes radios

Les ondes radio sont constituées d'un large spectre comprenant aussi bien le domaine des micro-ondes, des ondes Wi-Fi, du Bluetooth, de la téléphonie mobile...

Les ondes Wi-Fi, de fréquence 2400 MHz, sont de courte portée mais procurent un débit de 10 Mbps (mégabits par seconde).

Les ondes radio se propagent à la vitesse de la lumière : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

- A. La longueur d'onde des ondes Wi-Fi est $\lambda = 3 \text{ m}$.
- B. Ces ondes ne sont pas diffractées par les obstacles de quelques mètres.
- C. La durée de transmission d'une image de 1,6 Mbits par Wi-Fi est de 0,5 s.

Le tableau suivant donne la portée de quelques fréquences utilisées en téléphonie mobile.

	800Mhz 4G	900 Mhz 2G et 3G	1800Mhz 2G et 4G	2100 Mhz 3G	2600 Mhz 4G
urbaine dense (immeubles,...)	0,95 km	0,87 km	0,39 km	0,34 km	0,29 km
urbaine non dense (pavillions,..)	4,15 km	3,89 km	1,08 km	0,94 km	0,79 km
rurale	13,8 km	13,1 km	9,9 km	9,4 km	8,9 km

- D. L'atténuation des ondes radio entre deux antennes augmente quand la longueur d'onde diminue.
- E. L'affaiblissement du signal est dû à la dissipation de l'énergie dans les différents milieux traversés.

9 Isolation thermique

Dans une maison, les déperditions énergétiques sont importantes au niveau des fenêtres. L'isolation de celle-ci consiste en une succession de couches de verre et de gaz : c'est le double ou triple vitrage.

On considère une fenêtre constituée d'un simple vitrage de conductivité thermique $\lambda = 2,5 \times 10^{-2}$ dans les unités du système international, de surface $S = 5 \text{ m}^2$ et d'épaisseur $e = 5 \text{ mm}$. La température intérieure vaut $T_{int} = 20^\circ \text{ C}$ et la température extérieure $T_{ext} = 10^\circ \text{ C}$.

*Données : Le flux thermique ϕ traversant une paroi est donnée par : $\phi = -\frac{\lambda S \Delta T}{e}$
avec $\Delta T = T_{ext} - T_{int}$; S en m^2 ; e en m ; R_{th} en K.W^{-1}*

La résistance thermique de la paroi est donnée par : $R_{th} = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\phi}$

Aide aux calculs : $\frac{5}{4} = 1,25$; $\frac{4}{5} = 0,8$

- A. La résistance thermique R_{th} peut s'exprimer par : $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$.
- B. Le coefficient λ s'exprime en $\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$.
- C. Le flux thermique à travers cette vitre est : $\phi = 250 \text{ W}$.

On remplace le simple vitrage par un double vitrage c'est à dire une couche d'air entre deux couches de verre. Les résistances thermiques des différentes couches s'additionnent.

Données : Résistance thermique du verre de la vitre : $R_{verre} = 0,04 \text{ K.W}^{-1}$

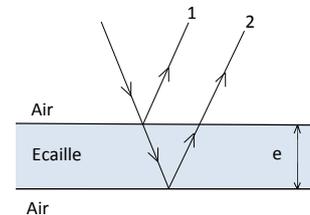
Résistance thermique de la couche d'air : $R_{air} = 0,12 \text{ K.W}^{-1}$

- D. Le flux thermique à travers le double vitrage est alors $\phi = 50 \text{ W}$.
- E. Le flux thermique à travers le double vitrage a diminué de 80% grâce à l'isolation.

10 Interférences

La couleur des oiseaux est souvent due au phénomène d'interférences. Les plumes ont une structure en écailles transparentes qui réfléchissent la lumière à chacune des surfaces de l'écaille.

L'écaille peut être modélisée par un parallélépipède placé dans l'air, d'épaisseur e et d'indice optique n . Le schéma représente l'écaille en coupe. Les deux rayons réfléchis se superposent sur la rétine de l'observateur et y interfèrent.



Certaines plumes de paon apparaissent bleues par un observateur. La longueur d'onde de la couleur bleue reçue est $\lambda = 456 \text{ nm}$. L'indice de l'écaille est $n = 1,34$ pour cette couleur.

Donnée : indice d'un milieu : $n = \frac{c}{v}$ avec c la vitesse de la lumière dans le vide et v la vitesse de la lumière dans le milieu.

Aide aux calculs : $456 \times 1,34 = 611$; $\frac{456}{1,34} = 340$

- A. En incidence normale, le retard du rayon 2 sur le rayon 1 est $\tau = \frac{2e}{v}$.

Pendant le temps τ , le rayon 1 parcourt une distance dans l'air considérée comme la différence de marche δ entre les deux rayons. On se place dans le cas où $\delta = \lambda$.

- B. En incidence normale, $\delta = 2ne$.
- C. Les interférences, au niveau de la plume de paon, sont destructives pour la couleur bleue.
- D. L'épaisseur e de l'écaille d'une plume de paon est $e = 0,17 \text{ }\mu\text{m}$.
- E. Les plumes de paon apparaissent de la même couleur si on les observe sous différents angles d'incidence.

CORRIGÉ DU SUJET OFFICIEL
DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE

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