

EPREUVE DE PHYSIQUE

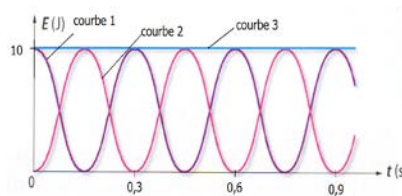
Durée : 1 heure

Questions obligatoires

Exercice n°1: Pendule simple

Un solide assimilé à un point matériel M de masse $m = 50 \text{ g}$ est relié à un fil inextensible de longueur ℓ .

Il est écarté de sa position d'équilibre puis lâché sans vitesse initiale. Le solide oscille alors autour de sa position d'équilibre. On enregistre la position en fonction du temps et on en déduit les courbes suivantes:



La période d'un pendule T est

$$\text{donnée par } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

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

Aide au calcul: $2\pi \approx 6$.

- A. La courbe 1 représente l'énergie cinétique du solide en fonction du temps.
- B. À la date $t = 0,15 \text{ s}$, le solide passe par sa position d'équilibre.
- C. La vitesse maximale du solide a pour valeur $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$.
- D. La période du pendule est $T = 0,6 \text{ s}$.
- E. La longueur du fil vaut $\ell = 0,25 \text{ m}$.

Exercice n°2: Four à micro-onde

On désire chauffer une masse d'eau, $m = 500 \text{ g}$, à l'aide d'un four à micro-onde de la température $T_1 = 18^\circ\text{C}$ à la température $T_2 = 68^\circ\text{C}$. La fréquence des micro-ondes est $\nu = 2,4 \text{ GHz}$.

- Constante de Planck: $h \approx 6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- Célérité de la lumière: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Capacité thermique massique de l'eau: $c_{\text{eau}} = 4200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

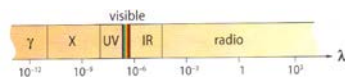
$$\Delta U = m \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) \quad \text{avec } U \text{ en joule, } m \text{ en kg, } T \text{ en } ^\circ\text{C}$$

- A. Le transfert d'énergie entre l'émetteur des ondes et la masse d'eau se fait par rayonnement.
- B. La quantité d'énergie U nécessaire pour échauffer l'eau vaut $U = 1,0 \cdot 10^5 \text{ J}$

On considère que toute l'énergie émise par le four est reçue par la masse d'eau. La puissance du four est 500 W. Pour amener 500 g d'eau à la température initiale de 20°C à ébullition, il faut $1,7 \cdot 10^5$ J

C. Le transfert s'effectue en moins de 2 minutes.

Le schéma ci-dessous représente le spectre électromagnétique:



D. Les micro-ondes se situent dans le domaine des ondes radio.

E. L'énergie associée à ces ondes est $E = 1,5 \cdot 10^{-24}$ J.

Exercice n°3: Niveaux d'énergie d'un atome.

L'énergie nécessaire à un atome pour passer de l'état fondamental à l'état ionisé s'appelle l'énergie d'ionisation E_i . Pour l'atome d'hélium, $E_i = 24,6$ eV.

A. En admettant que l'ion hélium He^+ formé a une énergie nulle, l'énergie de l'atome d'hélium dans son état fondamental est de -24,6 eV.

L'atome d'hélium se trouve au niveau d'énergie $E_2 = -21,4$ eV.

B. La longueur d'onde de la radiation émise lors de la désexcitation vers l'état fondamental

se calcule par $\frac{1}{\lambda_{2/1}} = \frac{E_2 - E_1}{hc}$ avec h la constante de Planck.

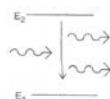
Pour la transition de E_2 vers E_1 , la longueur d'onde de la radiation émise $\lambda_{2/1}$ vaut 387 nm.

C. $\lambda_{2/1}$ est une radiation ultraviolette.

D. L'atome peut absorber toutes les radiations pour changer de niveau d'énergie.

À partir de diagramme de niveaux d'énergie dans un atome, on peut représenter les phénomènes d'absorption, d'émission spontanée et d'émission stimulée.

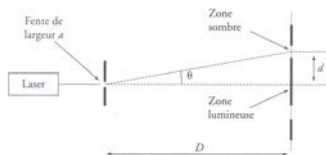
E. Le diagramme suivant représente une émission spontanée.



Exercice n°4 : Diffraction.

On réalise une expérience en utilisant un laser, une fente de largeur réglable et un écran blanc.

$$\begin{aligned} a &= 40,0 \mu\text{m} \\ d &= 3,0 \text{ cm} \\ D &= 2,0 \text{ m} \end{aligned}$$



- A. On observe une figure de diffraction uniquement si on utilise une source de lumière cohérente.
- B. La figure a été obtenue avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$
- C. Plus la longueur d'onde du laser augmente, plus la largeur de la tache centrale diminue.
- D. La diffraction de la lumière est visible même si la largeur de l'ouverture est égale à 100 fois la longueur d'onde.
- E. Le phénomène de diffraction montre l'aspect corpusculaire de la lumière.

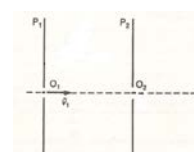
Questions à choisir

Exercice n°5: Force électrique.

Un électron pénètre dans un champ électrique \vec{E} horizontal
plaques P_1 et P_2 d'un condensateur plan. On néglige les frottements.

Données: $E = 5000 \text{ V.m}^{-1}$; $O_1O_2 = 2,0 \text{ cm}$; $V_1 = 1 \text{ m.s}^{-1}$

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg} ;$$



entre les

Aide au calcul : $1,6 \times 9,1 = 14,6$; $9,1/1,6 = 5,7$; $1,6/9,1 = 0,175$; $\sqrt{1 \ 14} = 3,4$; $\sqrt{2 \ 92} = 5,4$; $\sqrt{0,3 \ 5} = 0,6$

- A. \vec{E} doit être dirigé de la plaque P_1 vers la plaque P_2 de façon à accélérer l'électron.
- B. La force électrique \vec{F} est une force conservative.
- C. Le travail de la force \vec{F} entre les points O_1 et O_2 vaut $W(\vec{F}) = 1,6 \times 10^{-17} \text{ J}$.
- D. La vitesse de l'électron au point O_2 vaut $V_2 \approx 3,5 \times 10^5 \text{ m.s}^{-1}$.
- E. Lors du mouvement, l'énergie mécanique se conserve.

Exercice n°6: Lois de Kepler.

Jupiter est la cinquième planète du système solaire. Elle possède de multiples satellites dont Io et Ganymède, tous deux découverts par Galilée en 1610.

Données: Période de révolution $T_{Io} = 1,5$ jour
Rayon de l'orbite de Io : $R_{Io} = 4,0 \cdot 10^5$ km
Rayon de l'orbite de Ganymède : $R_{Ganymède} = 1,0 \cdot 10^6$ km

A. Io et Ganymède ont des trajectoires circulaires dans le référentiel héliocentrique.

B. $T_G^2 \propto R_{Io}^3 = T_{Io}^2 \propto R_{G}^3$

Callisto, un autre satellite de Jupiter, a une période de révolution 10 fois supérieure à la période de révolution du satellite Io.

C. La distance entre Callisto et Jupiter est environ $10 \times R_{Io}$.

D. La vitesse de révolution de Callisto sur son orbite autour de Jupiter est : $v = \sqrt{\frac{G M_{Jupit}}{R_{Callist}}}$

E. La vitesse moyenne du satellite Io sur son orbite est supérieure à la vitesse moyenne du satellite Callisto sur son orbite.

Exercice n°7: Équations horaires

Le vecteur-position d'un mobile supposé ponctuel est défini par :

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

- A. La trajectoire du point M est contenue dans un plan.
- B. À la date $t = 4$ s, la vitesse du point M a pour valeur $v = 20$ m.s⁻¹.
- C. L'accélération du point M est constante et vaut $a = 2$ m.s⁻²
- D. Le mobile n'est soumis qu'à son poids.

Une voiture roule à la vitesse constante de 5 m.s⁻¹ entre les points A et B puis accélère uniformément entre les points B et C, l'accélération a pour valeur $a_{BC} = 4$ m.s⁻².

À la date $t=0$, le véhicule se trouve au point B qui est pris comme origine de l'axe soit $x_B = 0$. La trajectoire est rectiligne et est confondue avec l'axe des abscisses.

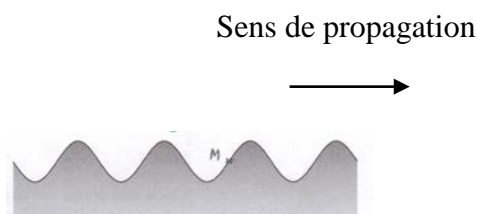
E. Les équations horaires du mouvement de la voiture, supposée ponctuelle, entre les points B et C sont:

$$\overrightarrow{OM}(t) \begin{cases} x(t) = 2t^2 + 5t + 1 \\ y(t) = 0 \end{cases}$$

Exercice n°8: Ondes à la surface de l'eau.

Sur une cuve à onde, un excitateur linéaire forme des vagues à la fréquence de 20 Hz. La vitesse de propagation de l'onde est $v = 40 \text{ cm.s}^{-1}$

Le schéma, qui n'est pas à échelle réelle, montre la surface de l'eau en coupe:



- A. L'onde mécanique transporte de la matière.
- B. La longueur d'onde λ vaut 2,0 cm.
- C. Le point M est en mouvement descendant.

Un point N est situé, en réalité, à 8 cm à droite du point M.

- D. L'onde passe au point N avec un retard de 0,2 s avec le point M.

On augmente la profondeur d'eau dans la cuve de façon à diminuer la vitesse de propagation de l'onde. La fréquence de la source reste inchangée.

- E. La longueur d'onde diminue.

Exercice n°9: Chute libre.

On lâche une pierre, de masse $m = 100 \text{ g}$, du haut d'un immeuble de hauteur $h=20 \text{ m}$.

On néglige toutes les forces dues à l'air. Pour cette étude, on choisit un axe vertical orienté vers le bas, l'origine de l'axe étant confondu avec l'origine du mouvement.

Donnée: intensité de pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- A. Le mouvement du centre d'inertie de la pierre est rectiligne et uniforme.
- B. Lors de la chute, l'énergie cinétique du système se transforme en énergie potentielle de pesanteur.
- C. L'énergie potentielle de pesanteur du système à l'altitude $z = 7,5 \text{ m}$ vaut $E_p = 75 \text{ J}$.
- D. Lorsque la pierre touche le sol, la vitesse du système est $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$.

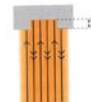
On considère que l'énergie mécanique se transforme intégralement en énergie thermique lorsque la pierre touche le sol. La chaleur thermique de la pierre vaut $C = 80 \text{ J.K}^{-1}$.

- E. La température de la pierre augmente de $0,25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Exercice n°10: Stockage de l'information.

Les disques CD, DVD et Blu-ray sont des supports permettant d'écouter de la musique, de regarder un film ou de lire des fichiers de données informatiques.

La lecture des données se fait par un phénomène optique entre les faisceaux de la radiation laser.



réfléchi de



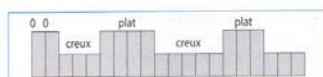
Caractéristiques d'un disque Blu-ray: Longueur d'onde du laser: $\lambda = 404 \text{ nm}$

Capacité du disque: 25 Go

Écart entre les sillons: 320 nm.

- A. Les interférences se produisent uniquement au passage d'un creux vers un plat.
- B. Pour obtenir des interférences destructives, l'épaisseur d'un creux e doit avoir pour valeur $e = 101 \text{ nm}$.

Voici les creux et les plats gravés sur un disque Blu-ray :



- C. Le codage binaire correspondant est: 00111000011111000111.

Une photographie de dimensions 100*100 pixels est en noir et blanc.

- D. Les données enregistrées pour cette photographie occupent sur le disque 8×10^4 bits.

- F. Un disque Blu-ray peut stocker 250 000 photographies de ce type.