EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 1 heure

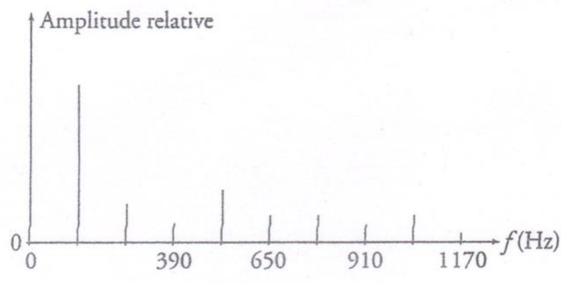
Questions obligatoires.

__1 : Onde sonore.__

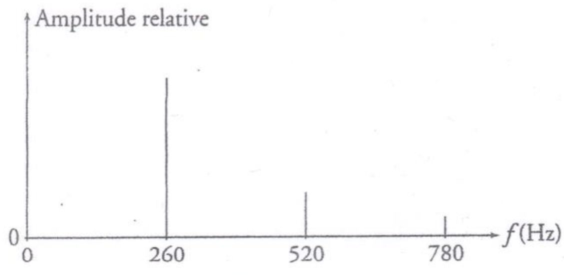
Un joueur de harpe fait vibrer une corde en la pinçant pour obtenir la note do$_2$. Le son est capté par un microphone relié à un ordinateur. Le son est analysé et on obtient le spectre n°1 ci-contre :

Données :
Intensité de référence : $I_0 = 1{,}0.10^{-12} W.m^{-2}$
Aides au calcul : log 2 = 0,3 ; $log\frac{1}{2}$ *= -0,3.*

A. L'onde créée sur la corde est une onde longitudinale.
B. La hauteur du son est de 130 Hz.



Spectre n° 1



Spectre n° 2

Le joueur joue une nouvelle note qui est enregistrée et analysée. Le spectre n°2 est ainsi obtenu.

C. La note du spectre n°2 est plus grave que la note du spectre n°1.

L'intensité du son enregistré pour la note n°1 vaut I=1,0. 10^{-6} W.m^{-2}.

D. Le niveau sonore est de 60 dB.
E. Le niveau sonore est doublé si deux notes sont jouées simultanément avec la même intensité sonore.

__2 : Deuxième loi de Newton.__

Sur la piste d'un porte-avions, la poussée des moteurs d'un avion, de type « super étendard », est insuffisante pour le décollage. Il est donc nécessaire d'utiliser une catapulte qui exerce une force horizontale $\vec{F}$ dirigée vers l'avant. L'avion atteint alors une vitesse de 50 m.s^{-1} en 2,5 s.
Le référentiel est le porte-avion navigant à vitesse constante sur une trajectoire rectiligne.

Données : *Poussée des moteurs d'un avion : T = 50.10^3 N*
Masse d'un avion : m = 6500 kg.
Longueur de la piste du porte-avion : L = 50 m
Intensité de pesanteur : g = 10 N.kg^{-1}

A. Le référentiel utilisé est un référentiel galiléen.
B. L'accélération de l'avion vaut en bout de piste 20 m.s^{-2}.
C. La résultante des forces exercées sur l'avion $\Sigma\vec{F}$ a pour valeur 1,3.10^{5} N.
D. La force $\vec{F}$ exercée par la catapulte a une intensité F = 8,0.10^{4} N.
E. Le travail de la force $\vec{F}$, supposée constante, le long de la piste vaut $W(\overrightarrow{F}) = 3{,}2.10^{6}$ J.

---

3 : Comètes et lois de Kepler.

Depuis le 3 mars 2004, la sonde Rosetta voyage dans l'espace pour s'approcher de la comète Tchouri à la vitesse moyenne de 60000 km/h. Le 4 août 2014, le robot Philae s'est séparé de Rosetta à 20 km de Tchouri. La descente de Philae vers la comète a duré 7 heures.
Dans cette mission, la première difficulté est, qu'à cette distance, les informations transmises, à la vitesse de la lumière, sont reçues environ 30 minutes plus tard par les scientifiques sur Terre. La seconde difficulté consiste à faire « atterrir » le robot sur la comète puisque l'attraction d'une masse de 100 kg par Tchouri est égale à l'attraction d'une masse de 1 g par la Terre.
Tchouri sera au plus près du Soleil sur sa trajectoire elliptique en août 2015, soit 189 millions de km, avant de s'éloigner du Soleil. La température sera si faible que Rosetta et Philae ne pourront continuer à fonctionner : ce sera la fin de leur mission.

D'après le blog de Libération $\{sciences^2\}$

Données : Distance Terre-Soleil : 150.10^{6} km
Vitesse de la lumière : c = 3,0.10^{5} km.s^{-1}.
Intensité de pesanteur terrestre : g = 10 N.kg^{-1}.
Aide aux calculs : 365×24≈9.10^{3} ; $365 \times 24 \times 3600 \approx 3{,}0.10^{7}$.

A. La sonde Rosetta a parcouru moins de 30 fois la distance Terre Soleil.
B. En considérant que Philae avait une vitesse constante lors de la descente, la vitesse du robot était inférieure à 1 m.s^{-1}.
C. Au moment de la séparation, la sonde Rosetta, d'où partent les informations, se situe à une distance D de la Terre dont l'ordre de grandeur est 10^{11} m.
D. L'attraction gravitationnelle de Tchouri est 10^{5} fois plus faible que l'attraction terrestre.
E. D'après les lois de Kepler, la vitesse de la comète Tchouri sur son orbite sera minimale en août 2015.

---

4 : Différentes formes d'énergie.

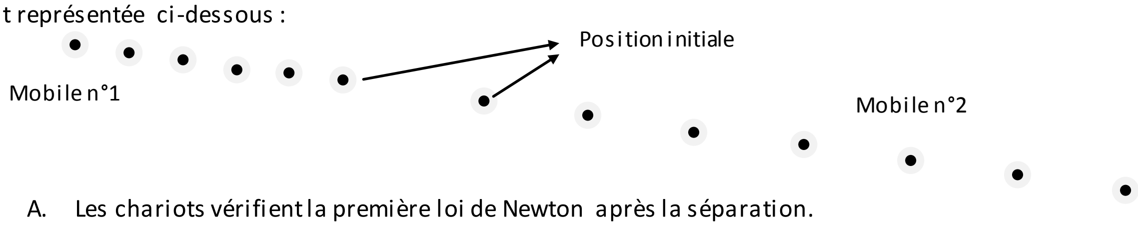
Données : Intensité de pesanteur : g = 10 N.kg^{-1}.
Constante de Planck : h = 6,63. 10^{-34} J.s

A. L'énergie cinétique d'une voiture de masse m = 500 kg se déplaçant à la vitesse v =10 m.s^{-1} est Ec = 2,5.10^{7} J.
B. L'énergie potentielle d'un oiseau de masse m=200 g volant à 150 m au dessus du sol, pris comme origine de l'axe vertical orienté vers le haut, est Ep = 300 J.
C. L'énergie mécanique d'une luge glissant à vitesse constante sur une piste enneigée se conserve tout au long du mouvement.
D. Pour une même transition entre deux niveaux d'énergie d'un atome, l'énergie absorbée est plus importante que l'énergie émise.
E. Une onde électromagnétique, de fréquence υ, transporte des photons d'énergie E = h.υ.

Questions facultatives.

5: Principe d'inertie et quantité de mouvement.

Deux chariots roulants, sans frottement, sur un rail horizontal sont reliés par un ressort et un fil. Le ressort est comprimé. Le fil est brûlé, le ressort se détend et les deux chariots se séparent. À l'aide d'une caméra, on enregistre une image toutes les 20 ms et on fait l'acquisition du mouvement du centre d'inertie de chaque chariot. L'acquisition est représentée ci-dessous :



A. Les chariots vérifient la première loi de Newton après la séparation.
B. La masse du chariot n°2 est le double de la masse du chariot n°1.
C. Si on augmente la masse du chariot n°1, la vitesse du chariot n°2 sera plus importante.

Sur le même rail, on envoie deux autres chariots, l'un vers l'autre, pour créer un choc. Les chariots sont de même masse et sont équipés pour s'accrocher ensemble lors du choc. Le chariot n°1 se déplace de la gauche vers la droite à la vitesse $v_1 = 2$ m.s^{-1} et le chariot n°2 de la droite vers la gauche à la vitesse $v_2 = 3\ v_1$.

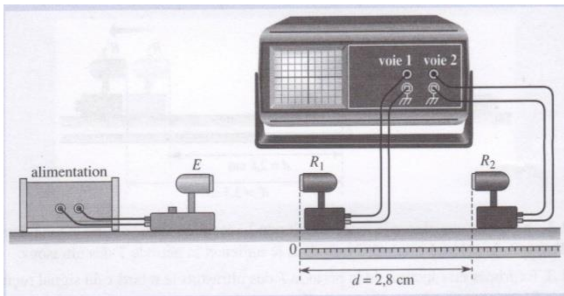
D. Après le choc, la vitesse du système constitué des deux chariots est nulle.

On reprend la même expérience avec deux autres vitesses : $v_2 = 5\ v_1 = 2$ m.s^{-1}.

E. Après le choc, le système se déplace vers la gauche à la vitesse $v = 0{,}8$ m.s^{-1}.

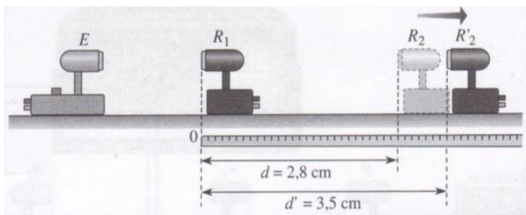
6: Onde ultrasonore.

On réalise le montage ci-contre :
Le générateur E émet une onde ultrasonore, de fréquence f =50 kHz, qui se propage vers les récepteurs R_1 et R_2. L'émetteur E et les récepteurs R_1 et R_2 sont alignés.
Lorsque R_2 est situé à 2,8 cm de R_1, les signaux reçus par l'oscilloscope sont en phase.



A. La période des ultrasons est égale à 20 µs.
B. La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période T.

Lorsque l'on recule R_2, les signaux se décalent. Il faut reculer R_2 de façon qu'il se situe à une distance d'= 3,5 cm pour que les signaux soient de nouveau en phase.



C. La longueur d'onde est égale à 3,5 cm.
D. La vitesse de propagation de l'onde ultrasonore est v= 350 m.s^{-1}.

On immerge l'ensemble dans l'eau. On répète l'expérience précédente. Il faut alors éloigner R_2 de R_1 d'une distance de 5,6 cm pour obtenir à nouveau deux signaux en phase.

E. La vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans l'eau est de 1400 m.s^{-1}.

7 : Chute verticale.

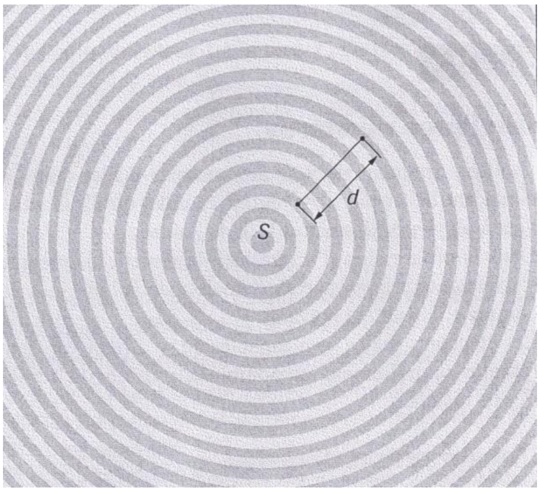
Un joueur lance une bille métallique verticalement vers le haut. Les frottements dus à l'air sont négligés. L'axe vertical (Oz) est dirigé vers le haut. La date t = 0 est l'instant où la bille quitte la main du joueur. L'altitude z est alors égale à 0 et la vitesse initiale $v_0 = 5\ m.s^{-1}$.

Données : Masse de la bille : m = 20 g
Champ de pesanteur : g = 10 m.s^{-2}

A. La bille est en chute libre.
B. L'équation horaire du mouvement sur l'axe vertical s'écrit : $z(t) = -5t^2 + 5t + 5$
C. À la date t = 1 s, le joueur reçoit la bille dans la main toujours à l'altitude z = 0.
D. Le travail du poids est toujours résistant.
E. La conservation de l'énergie mécanique donne la relation suivante : $2gh = v_0^2$ avec h la distance parcourue par la balle entre la main du joueur et le sommet de la trajectoire.

8 : Cuve à onde.

Sur une cuve à onde, on fait tomber des gouttes d'eau à intervalles de temps réguliers à la fréquence de 120 gouttes par minute. La profondeur de la cuve est constante. On obtient par stroboscopie la figure suivante. La distance d mesure 6,0 cm.



A. L'onde à la surface de l'eau est mécanique et progressive.
B. La longueur d'onde λ vaut 1,5 cm.
C. La vitesse de propagation de l'onde est $v = 3{,}0\ m.s^{-1}$.

On dépose deux bouchons de liège en des points M et N tels que SM = 3,5 cm et SN = 6,5 cm.

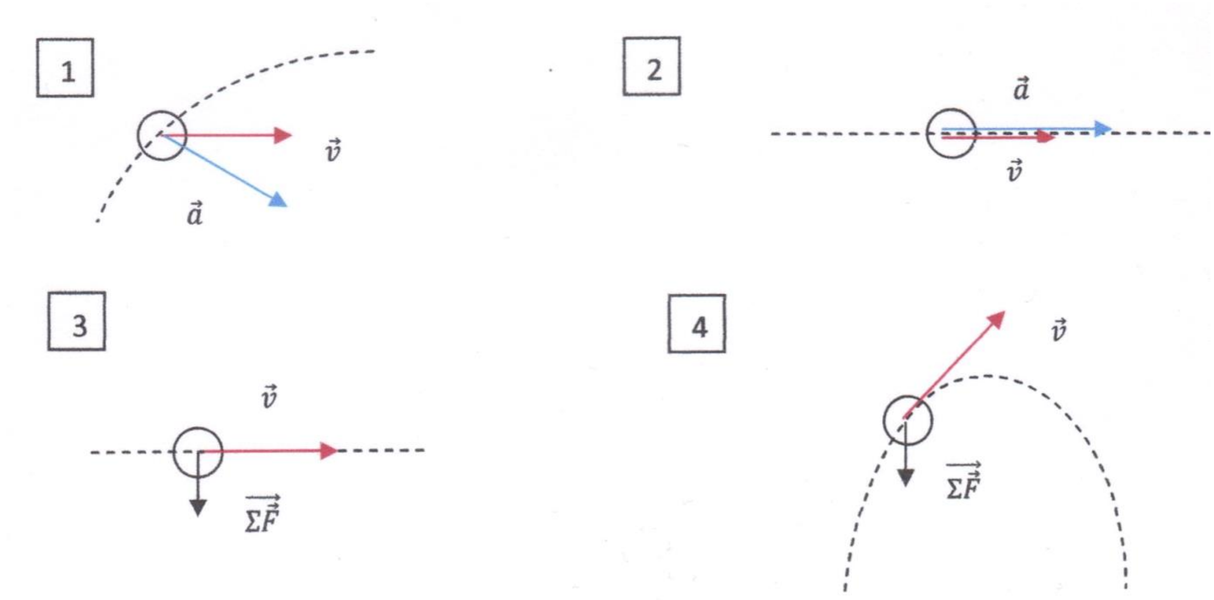
D. Les deux bouchons ne vibrent pas en phase.

On crée, à la surface de l'eau, une onde rectiligne de même fréquence et même vitesse de propagation que précédemment.
On dépose une ouverture de largeur *a* à une distance de 5,0 cm de la source S, l'onde est alors diffractée d'un angle θ = 0,5 rad.

E. La largeur de l'ouverture est *a* = 3 cm.

9 : Vecteurs et mouvement.

On présente ci dessous les trajectoires, le vecteur-vitesse, le vecteur-accélération du centre d'inertie G d'une balle ou le vecteur représentant la résultante des forces exercées sur la balle en mouvement.



A. Le mouvement de la représentation n°1 est circulaire et uniforme.
B. Le mouvement de la représentation n°2 est rectiligne et accéléré.
C. La trajectoire de la situation n°3 ne peut pas être rectiligne.
D. Le vecteur-accélération du centre d'inertie de la balle est dirigé vers le haut lors de la montée dans la situation n°4.
E. Au sommet de la trajectoire de la situation n°4, le vecteur-vitesse est un vecteur nul.

---

10 : Interférences

On réalise une figure d'interférence à l'aide de deux fentes d'Young placées devant un faisceau laser et séparées par une distance a= 0,50 mm. La figure est observée sur un écran placé à la distance D = 1,50 m des fentes. On mesure la distance entre le centre de deux franges sombres consécutives, on obtient i = 1,80 mm.
La relation reliant l'interfrange i, la longueur d'onde λ et la distance fente-écran D est $i = \frac{\lambda D}{a}$

A. Ce phénomène met en évidence le phénomène corpusculaire de la lumière.
B. On ne peut pas obtenir de figures d'interférences à la surface de l'eau.
C. L'interfrange ne peut pas être mesuré à l'aide des franges brillantes.
D. La longueur d'onde du faisceau laser est $\lambda = 600\ nm$.
E. Le nombre de chiffres significatifs du résultat précédent est en accord avec les données de l'expérience.