Corrigé et barème – Énergie mécanique : conservation et dissipation

Travail, énergie cinétique et potentielle, conservation et dissipation — programme de Spécialité Physique-Chimie Terminale

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie Terminale

Exercice 1 – Lancer vertical d'une balle *(4 pts)*

a) $E_c = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}\times 0,140\times(11,0)^2 = 8,47$ J. (1)

b) Au sommet la vitesse est nulle : $E_{pp} = mgh = 0,140\times 9,81\times 5,60 = 7,69$ J. (1)

c) $\Delta E_m = W(\vec{f}) = 7,69 - 8,47 = -0,78$ J : l'air a dissipé 0,78 J, soit 9,2 % de l'énergie initiale. (1)

d) Conservation de E_m : $h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{121}{19,62} = 6,17$ m, soit 57 cm de plus que la hauteur réelle. (1)

Erreur fréquente — Au sommet, la vitesse est nulle mais l'énergie mécanique ne l'est pas : elle est entièrement potentielle.

Exercice 2 – Oscillateur horizontal masse-ressort *(4 pts)*

a) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,180}{45}} = 2\pi\sqrt{4,00\times10^{-3}} = 0,397$ s. (1)

b) Au lâcher $v = 0$: $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2 = \frac{1}{2}\times 45\times(7,0\times10^{-2})^2 = 0,110$ J, valeur constante. (1)

c) Au passage par l'équilibre, $E_m = \frac{1}{2}mv_{max}^2$: $v_{max} = \sqrt{\frac{2\times0,1103}{0,180}} = 1,11$ m·s⁻¹. (1)

d) $v = \sqrt{\frac{k}{m}(X_m^2 - x^2)} = \sqrt{250\times(4,9-2,5)\times10^{-3}} = \sqrt{0,600} = 0,775$ m·s⁻¹. (1)

Le point clé — Sans frottement, l'énergie mécanique se conserve : elle se calcule une fois pour toutes à la position la plus commode.

Exercice 3 – Pendule simple amorti *(4 pts)*

a) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,45}{9,81}} = 2\pi\sqrt{4,587\times10^{-2}} = 1,35$ s. (1)

b) $h = \ell(1-\cos\theta_m) = 0,45\times0,0341 = 1,533\times10^{-2}$ m, donc $E_m = mgh = 0,38\times9,81\times1,533\times10^{-2} = 5,72\times10^{-2}$ J. (1)

c) $E'_m = mg\ell(1-\cos 9,0^\circ) = 0,38\times9,81\times0,45\times1,231\times10^{-2} = 2,07\times10^{-2}$ J ; dissipée : $5,72 - 2,07 = 3,65\times10^{-2}$ J, soit 64 % de l'énergie initiale. (1)

d) Oui : l'amortissement est faible (l'amplitude reste du même ordre), donc la pseudo-période reste proche de T_0. La mesure donne $T = 13,5/10 = 1,35$ s, en accord avec 1,35 s. (1)

Attention — L'amplitude peut chuter fortement sans que la pseudo-période change de façon mesurable.

Exercice 4 – Lecture d'un portrait de phase *(4 pts)*

a) Les élongations extrêmes décroissent en valeur absolue, donc $E_m = \frac{1}{2}kX^2$ décroît : l'énergie est dissipée par les frottements. Le parcours est horaire, car dans la partie haute du portrait la vitesse est positive, donc la position augmente. (1)

b) $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 0{,}55}{(0{,}85)^2} = \frac{21{,}71}{0{,}7225} = 30{,}0$ N·m^{-1}. (1)

c) $E_{m1} = \frac{1}{2} \times 30{,}0 \times (9{,}0 \times 10^{-2})^2 = 0{,}122$ J ; $E_{m4} = \frac{1}{2} \times 30{,}0 \times (5{,}0 \times 10^{-2})^2 = 3{,}75 \times 10^{-2}$ J. (1)

d) Fraction dissipée : $1 - \frac{3{,}75 \times 10^{-2}}{0{,}1215} = 0{,}69$, soit 69 %. Deux passages consécutifs sont séparés d'une demi-pseudo-période, donc du passage 1 au passage 4 il s'écoule $1{,}5$ T $= 1{,}3$ s. (1)

Repère — Sur un portrait de phase, deux élongations extrêmes consécutives sont séparées d'une demi-pseudo-période, pas d'une pseudo-période.

Exercice 5 – Franchir une bosse : l'erreur à repérer *(4 pts)*

a) $E_c(A) = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}72 \times (6{,}0)^2 = 13{,}0$ J. (1)

b) $E_c(B) = E_c(A) - mgh + W(\vec{f}) = 12{,}96 - 0{,}72 \times 9{,}81 \times 1{,}50 - 1{,}20 = 12{,}96 - 10{,}59 - 1{,}20 = 1{,}17$ J, donc $v_B = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}165}{0{,}72}} = 1{,}8$ m·s^{-1}. (1)

c) Il faut $E_c(B) = 0$: $\frac{1}{2}mv^2 = 10{,}59 + 1{,}20 = 11{,}79$ J, donc $v = \sqrt{\frac{2 \times 11{,}79}{0{,}72}} = \sqrt{32{,}8} = 5{,}7$ m·s^{-1}. (1)

d) Cette relation découle de la conservation de l'énergie mécanique : elle néglige le travail des frottements, pourtant donné ($-1{,}20$ J). Il faut écrire $\Delta E_m = W(\vec{f})$, ce qui donne 1,8 m·s^{-1} et non 2,6 m·s^{-1} : l'élève surestime la vitesse de 44 %. (1)

À retenir — Dès qu'une énergie dissipée est donnée dans l'énoncé, la conservation de l'énergie mécanique est interdite.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).