

Énergie potentielle et mécanique

Corrigé des exercices - niveau 1re

Voici le corrigé détaillé des exercices sur l'énergie mécanique. Compare chaque démarche avec la tienne : la méthode, l'écriture de la formule, l'unité et le nombre de chiffres significatifs comptent autant que le résultat.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé énergie mécanique

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. $E_{pp} = m g z$: E_{pp} en joules (J), m en kilogrammes (kg), $g = 9,81 \text{ N/kg}$, z en mètres (m).
2. L'axe vertical est **orienté vers le haut** ; z est l'altitude par rapport à l'origine choisie.
3. $E_m = E_c + E_{pp}$, somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.
4. Quand le système n'est soumis qu'à des **forces conservatives** (le poids) ou à des forces qui ne travaillent pas (tension, réaction d'un support lisse).
5. Une force conservative a un travail qui **ne dépend que des positions de départ et d'arrivée** : le poids en est un. Un frottement est un contre-exemple : son travail dépend du chemin.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Vrai** : z se mesure à partir d'une origine arbitraire.
- b. **Faux** : elle est négative si l'objet est sous l'origine ($z < 0$).
- c. **Vrai** : $\Delta E_{pp} = m g (z_B - z_A)$, seule la différence d'altitude compte.
- d. **Faux** : le poids est conservatif, son travail ne dépend que de A et B.
- e. **Faux** : les frottements travaillent négativement, l'énergie mécanique diminue.
- f. **Vrai** : sans frottements $\Delta E_c = -\Delta E_{pp}$.

Correction de l'exercice 3 : Calculer une énergie potentielle

1. $E_{pp} = 0,80 \times 9,81 \times 2,5 = 19,62 \text{ J}$, soit $\approx 20 \text{ J}$.
2. $E_{pp} = 0,80 \times 9,81 \times (-1,2) = -9,42 \text{ J}$, soit $\approx -9,4 \text{ J}$. Le signe négatif indique que l'objet est **sous l'origine** des altitudes.

3. $m = E_{pp} \div (g z) = 12 \div (9,81 \times 4,0) = 0,306 \text{ kg}$, soit $\approx \mathbf{0,31 \text{ kg}}$ ($3,1 \times 10^2 \text{ g}$).

Correction de l'exercice 4 : Le choix de l'origine

1. Léa : $z = 1,80 \text{ m}$, $E_{pp} = 1,5 \times 9,81 \times 1,80 = 26,49 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{26 \text{ J}}$.
2. Karim : $z' = 1,80 - 0,75 = 1,05 \text{ m}$, $E_{pp} = 1,5 \times 9,81 \times 1,05 = 15,45 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{15 \text{ J}}$.
3. Léa : $E_{pp}(\text{table}) = 1,5 \times 9,81 \times 0,75 = 11,04 \text{ J}$, donc $\Delta E_{pp} = 11,04 - 26,49 = -15,45 \text{ J}$.
Karim : $E_{pp}(\text{table}) = 0$, donc $\Delta E_{pp} = 0 - 15,45 = -15,45 \text{ J}$. Dans les deux cas : $\Delta E_{pp} \approx \mathbf{-15 \text{ J}}$.
4. Les énergies potentielles diffèrent selon l'origine, mais **leur variation est la même** : c'est elle qui a un sens physique.

Correction de l'exercice 5 : Travail du poids

1. $W_{AB}(P) = m g (z_A - z_B) = 4,0 \times 9,81 \times (2,0 - 5,0) = -117,7 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{-1,2 \times 10^2 \text{ J}}$. Il est **négatif** : le poids s'oppose au mouvement vers le haut.
2. $\Delta E_{pp} = 4,0 \times 9,81 \times (5,0 - 2,0) = \mathbf{+117,7 \text{ J}} \approx 1,2 \times 10^2 \text{ J}$. On retrouve $\Delta E_{pp} = -W(P)$.
3. Au retour, $W = +117,7 \text{ J}$; sur l'aller-retour : $\mathbf{0 \text{ J}}$. Le travail du poids ne dépend pas du chemin et est nul sur une boucle fermée : le poids est une force conservative.

Correction de l'exercice 6 : Une pomme qui tombe

1. $E_m = 0 + 0,15 \times 9,81 \times 4,0 = 5,886 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{5,9 \text{ J}}$.
2. Sans frottements E_m se conserve : au sol $E_{pp} = 0$ donc $E_c \approx \mathbf{5,9 \text{ J}}$. $v = \sqrt{2 E_c \div m} = \sqrt{2 \times 5,886 \div 0,15} = \sqrt{78,5} \approx \mathbf{8,9 \text{ m/s}}$.
3. **Non** : $v = \sqrt{2 g h}$ ne dépend pas de la masse. Les deux pommes arrivent à la même vitesse (8,9 m/s), la plus lourde ayant simplement une énergie deux fois plus grande.

Correction de l'exercice 7 : Le skateur dans le demi-tube

1. En A : $v = 0$, $z = 1,5 \text{ m}$. $E_m = 60 \times 9,81 \times 1,5 = 882,9 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{8,8 \times 10^2 \text{ J}}$.
2. En B, $E_{pp} = 0$ donc $E_c = 882,9 \text{ J}$. $v_B = \sqrt{2 \times 882,9 \div 60} = \sqrt{29,43} = \mathbf{5,4 \text{ m/s}}$.
3. En C, $E_{pp} = 60 \times 9,81 \times 0,80 = 470,9 \text{ J}$, donc $E_c = 882,9 - 470,9 = 412,0 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{4,1 \times 10^2 \text{ J}}$. $v_C = \sqrt{2 \times 412,0 \div 60} = \sqrt{13,73} = \mathbf{3,7 \text{ m/s}}$.
4. Au point le plus haut du bord opposé, $v = 0$ et $E_{pp} = E_m$: $z = 1,5 \text{ m}$, **la même altitude que A**.
5. Avec des frottements, E_m diminue : le skateur monterait **moins haut** que A et finirait par s'arrêter au point B.

Correction de l'exercice 8 : Lire un histogramme d'énergie

1. En A : $E_c = 0 \text{ J}$, $E_{pp} = 8 \text{ J}$, $E_m = 8 \text{ J}$. En B : $E_c = 3 \text{ J}$, $E_{pp} = 5 \text{ J}$, $E_m = 8 \text{ J}$. En C : $E_c = 6 \text{ J}$, $E_{pp} = 2 \text{ J}$, $E_m = 8 \text{ J}$.

2. **E_m est constante** (8 J) : seules des forces conservatives travaillent (poids), la réaction du rail lisse ne travaille pas.
3. $z = E_{pp} \div (m g) : z_A = 8 \div (0,40 \times 9,81) = 2,04 \text{ m}$, soit $\approx \mathbf{2,0 \text{ m}}$; $z_C = 2 \div (0,40 \times 9,81) = 0,51 \text{ m}$, soit $\approx \mathbf{0,51 \text{ m}}$.
4. $v_C = \sqrt{(2 \times 6 \div 0,40)} = \sqrt{30} = \mathbf{5,5 \text{ m/s}}$.

Correction de l'exercice 9 : La caisse sur la pente

1. En haut : $E_m = 15 \times 9,81 \times 2,0 = \mathbf{294,3 \text{ J}}$. En bas : $E_m = \frac{1}{2} \times 15 \times 3,0^2 = \mathbf{67,5 \text{ J}}$.
2. $W(f) = \Delta E_m = 67,5 - 294,3 = -226,8 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{-2,3 \times 10^2 \text{ J}}$.
3. $W(f) = -f \times L$ donc $f = 226,8 \div 5,0 = 45,4 \text{ N}$, soit $\approx \mathbf{45 \text{ N}}$.
4. $226,8 \div 294,3 = 0,77 : \mathbf{77 \%}$ de l'énergie mécanique initiale est perdue.

Correction de l'exercice 10 : Balle lancée vers le haut

1. Au départ $z = 0 : E_m = \frac{1}{2} \times 0,060 \times 12^2 = 4,32 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{4,3 \text{ J}}$.
2. Au sommet $v = 0 : m g z_{\max} = 4,32$ donc $z_{\max} = 4,32 \div (0,060 \times 9,81) = 7,34 \text{ m}$, soit $\approx \mathbf{7,3 \text{ m}}$.
3. À 3,0 m : $E_{pp} = 0,060 \times 9,81 \times 3,0 = 1,766 \text{ J}$, donc $E_c = 4,32 - 1,766 = 2,554 \text{ J}$. $v = \sqrt{(2 \times 2,554 \div 0,060)} = \sqrt{85,1} = \mathbf{9,2 \text{ m/s}}$.

Correction de l'exercice 11 : Lire un graphique d'énergies

1. **Courbe 1 = E_{pp}** (droite croissante passant par l'origine, $E_{pp} = m g z$) ; **courbe 2 = E_c** (droite décroissante, nulle au sommet) ; **courbe 3 = E_m** (constante).
2. $E_m = \mathbf{4,9 \text{ J}}$; l'altitude maximale est atteinte quand $E_c = 0 : z_{\max} = \mathbf{2,0 \text{ m}}$.
3. Pente de $E_{pp} = 4,9 \div 2,0 = 2,45 \text{ J/m} = m g$, donc $m = 2,45 \div 9,81 = 0,25 \text{ kg}$, soit $\mathbf{250 \text{ g}}$.
4. À $z = 1,0 \text{ m} : E_{pp} = 2,45 \text{ J}$ donc $E_c = 4,9 - 2,45 = 2,45 \text{ J}$. $v = \sqrt{(2 \times 2,45 \div 0,25)} = \sqrt{19,6} = \mathbf{4,4 \text{ m/s}}$.

Correction de l'exercice 12 : Le pendule

1. $h = L - L \cos \theta = L (1 - \cos \theta) = 1,20 \times (1 - \cos 60^\circ) = 1,20 \times 0,50 = \mathbf{0,60 \text{ m}}$.
2. La tension du fil est **perpendiculaire à la trajectoire** (circulaire) donc son travail est nul ; seul le poids travaille et il est conservatif : E_m se conserve.
3. Au point bas : $m g h = \frac{1}{2} m v^2$ d'où $v = \sqrt{(2 g h)} = \sqrt{(2 \times 9,81 \times 0,60)} = \sqrt{11,77} = \mathbf{3,4 \text{ m/s}}$.
4. À $30^\circ : h' = 1,20 \times (1 - \cos 30^\circ) = 1,20 \times 0,134 = 0,161 \text{ m}$. La hauteur perdue vaut $0,60 - 0,161 = 0,439 \text{ m}$. $v = \sqrt{(2 \times 9,81 \times 0,439)} = \sqrt{8,62} = \mathbf{2,9 \text{ m/s}}$.

Correction de l'exercice 13 : Montagnes russes

1. Sans frottements : $g \times (30 - 20) = \frac{1}{2} v^2$ donc $v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 10} = \sqrt{196,2} = \mathbf{14,0 \text{ m/s}}$.
2. Au départ : $E_m = 500 \times 9,81 \times 30 = 147\,150 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{1,5 \times 10^5 \text{ J}}$. Au sommet de la deuxième bosse : $E_c = \frac{1}{2} \times 500 \times 12,0^2 = 36\,000 \text{ J}$; $E_{pp} = 500 \times 9,81 \times 20 = 98\,100 \text{ J}$; $E_m = \mathbf{134\,100 \text{ J} \approx 1,3 \times 10^5 \text{ J}}$.
3. Énergie dissipée : $147\,150 - 134\,100 = 13\,050 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{1,3 \times 10^4 \text{ J}}$, soit $13\,050 \div 147\,150 = \mathbf{8,9 \%}$ de l'énergie initiale.

Correction de l'exercice 14 : Le parachutiste

1. La vitesse est constante : $\Delta E_c = \mathbf{0}$. $\Delta E_{pp} = 80 \times 9,81 \times (800 - 1\,000) = -156\,960 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{-1,6 \times 10^5 \text{ J}}$.
2. $\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_{pp} = \mathbf{-1,6 \times 10^5 \text{ J} = W(f)}$.
3. $f = 156\,960 \div 200 = 784,8 \text{ N}$, soit $\approx \mathbf{7,8 \times 10^2 \text{ N}}$; le poids vaut $80 \times 9,81 = 784,8 \text{ N}$. **Les deux sont égaux** : c'est cohérent, car à vitesse constante les forces se compensent (principe d'inertie).

Correction de l'exercice 15 : Cycliste en montée

1. $\Delta E_{pp} = 80 \times 9,81 \times (180 - 120) = 47\,088 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{4,7 \times 10^4 \text{ J}}$.
2. La vitesse est constante : $\Delta E_c = 0$. Sans frottements, le travail fourni par le cycliste compense celui du poids : $\mathbf{W = \Delta E_m = 4,7 \times 10^4 \text{ J}}$.
3. $P = W \div \Delta t = 47\,088 \div 600 = 78,5 \text{ W}$, soit $\approx \mathbf{78 \text{ W}}$.
4. $P_{\text{chimique}} = 78,5 \div 0,25 = 314 \text{ W}$, soit $\approx \mathbf{3,1 \times 10^2 \text{ W}}$.

Correction de l'exercice 16 : Une station de stockage par pompage

1. $m = \rho V = 1\,000 \times 1,0 \times 10^6 = \mathbf{1,0 \times 10^9 \text{ kg}}$.
2. $E_{pp} = m g h = 1,0 \times 10^9 \times 9,81 \times 100 = \mathbf{9,8 \times 10^{11} \text{ J}}$. En kWh : $9,81 \times 10^{11} \div 3,6 \times 10^6 = 2,7 \times 10^5 \text{ kWh}$, soit $\approx \mathbf{2,7 \times 10^2 \text{ MWh}}$.
3. $E_{\text{restituée}} = 0,75 \times 2,725 \times 10^5 = 2,04 \times 10^5 \text{ kWh}$, soit $\approx \mathbf{2,0 \times 10^5 \text{ kWh}}$.
4. $N = 2,04 \times 10^5 \div 14 = 1,46 \times 10^4$, soit $\approx \mathbf{1,5 \times 10^4 \text{ foyers}}$ pendant un jour.

Correction de l'exercice 17 : Analyse d'une expérience

1. v^2 : 1,69 ; 3,24 ; 4,84 ; 6,76 (m^2/s^2). $2 g h$: 1,96 ; 3,92 ; 5,89 ; 7,85 (m^2/s^2).
2. Rapports : 0,86 ; 0,83 ; 0,82 ; 0,86. Si E_m se conservait, le rapport vaudrait **1**.
3. Le rapport moyen vaut environ 0,84 : E_m **n'est pas conservée**, environ 16 % de l'énergie initiale est perdue.
4. Frottements de la bille sur la glissière, résistance de l'air, énergie de rotation de la bille (qui roule), incertitudes sur la mesure de v .

Correction de l'exercice 18 : Le rebond

1. Avant : $E_m = 0,050 \times 9,81 \times 1,50 = 0,736 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{0,74 \text{ J}}$. Au sommet du rebond : $E_m = 0,050 \times 9,81 \times 1,05 = 0,515 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{0,52 \text{ J}}$.
2. Perte : $0,736 - 0,515 = 0,221 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{0,22 \text{ J}}$, c'est $0,221 \div 0,736 = \mathbf{30 \%}$.
3. Juste avant le choc : $v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,50} = \mathbf{5,4 \text{ m/s}}$. Juste après : $v' = \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,05} = \mathbf{4,5 \text{ m/s}}$.
4. Chaque rebond conserve 70 % de l'énergie, donc de la hauteur : $1,50 \times 0,70^2 = 0,735 \text{ m}$, soit $\approx \mathbf{0,74 \text{ m}}$.

Correction de l'exercice 19 : La descente du skieur

1. $v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 80} = \sqrt{1\,569,6} = 39,6 \text{ m/s}$, soit $\approx \mathbf{40 \text{ m/s} \approx 143 \text{ km/h}}$ ($\times 3,6$).
2. E_m départ = $75 \times 9,81 \times 80 = 58\,860 \text{ J}$; E_m arrivée = $\frac{1}{2} \times 75 \times 20^2 = 15\,000 \text{ J}$. $W(f) = 15\,000 - 58\,860 = -43\,860 \text{ J}$, soit $\approx \mathbf{-4,4 \times 10^4 \text{ J}}$.
3. $f = 43\,860 \div 400 = 109,7 \text{ N}$, soit $\approx \mathbf{1,1 \times 10^2 \text{ N}}$.
4. $43\,860 \div 58\,860 = 0,745$: environ **75 %** de l'énergie initiale est dissipée. Sa vitesse réelle (72 km/h) est bien plus faible que sans frottements.

Correction de l'exercice 20 : Le saut à la perche

1. $\frac{1}{2} m v^2 = m g \Delta z$ donc $\Delta z = v^2 \div (2 g) = 81 \div 19,62 = 4,13 \text{ m}$. Altitude maximale : $1,0 + 4,13 = 5,13 \text{ m}$, soit $\approx \mathbf{5,1 \text{ m}}$.
2. Des barres à 6 m ou plus montrent que le modèle **sous-estime** l'énergie disponible : le centre de gravité n'est pas la seule chose qui compte (il peut passer légèrement sous la barre), et l'énergie mécanique n'est pas celle de l'élan seul.
3. Le perchiste **fournit un travail musculaire** (traction et poussée des bras) et la **perche déformée stocke de l'énergie élastique** qu'elle restitue en se redressant. La perche permet de transformer efficacement l'énergie cinétique de la course en altitude.

Comment progresser après ce corrigé

Si une erreur revient, reprends la démarche en trois temps : choisir l'origine et l'axe, écrire l'énergie mécanique en deux positions, puis exprimer le bilan (conservation ou travail des frottements). Refais sans regarder les exercices 7, 9 et 19, qui regroupent toutes les situations. Vérifie toujours les unités et ne garde que deux ou trois chiffres significatifs.

Retour aux énoncés des exercices