PREMIÈRE

PACK CHAPITRE · PHYSIQUE

Énergie potentielle et énergie mécanique

Suivre l'énergie mécanique le long d'un mouvement,
et **dire quand elle se conserve et quand elle se dissipe.**

1 Quatre parties, une vraie progression

Le cours essentiel, des méthodes pas à pas, un QCM de tête et des exercices corrigés. On part de l'énergie d'un objet selon sa hauteur, on arrive au bilan énergétique d'un mouvement complet.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en ✗ / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. **Tu sais pourquoi tu travailles chaque exercice.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, la table des valeurs utiles du chapitre, et les plans de réponse de chaque type de question.

4	16	14	8
parties progressives	exercices corrigés pas à pas	cartes repères	méthodes pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de première générale, enseignement de spécialité** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019. Thème « L'énergie : conversions et transferts », partie « **2. Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques** ». Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Lever un objet lui donne de l'énergie, le laisser tomber la lui rend. »

Génies des Sciences
Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com

09 Le travail d'une force de frottement qui s'oppose au mouvement est :

a positif **b** négatif **c** nul **d** je ne sais pas

10 Une force de frottement d'intensité $f = 20\ \text{N}$ agit sur $d = 3{,}0\ \text{m}$ en ligne droite. Son travail vaut :

a $60\ \text{J}$ **b** $-60\ \text{J}$ **c** $6{,}7\ \text{J}$ **d** je ne sais pas

11 En présence de frottements, l'énergie mécanique :

a se conserve **b** diminue **c** augmente **d** je ne sais pas

12 La variation d'énergie mécanique ΔE_m est égale :

a au travail du poids **b** au travail des forces non conservatives **c** à l'énergie cinétique **d** je ne sais pas

13 Faire le bilan énergétique d'un mouvement, c'est calculer, à chaque instant :

a E_c, E_pp et E_m **b** seulement la vitesse **c** seulement E_m **d** je ne sais pas

14 Un dispositif qui donne la position image par image est :

a un pointage vidéo **b** une balance **c** un chronomètre seul **d** je ne sais pas

15 Sur un diagramme énergétique, une énergie mécanique qui reste horizontale signale :

a des frottements importants **b** une énergie mécanique conservée **c** un rebond **d** je ne sais pas

16 Sur ce même diagramme, une énergie mécanique qui diminue signifie :

a qu'une part de l'énergie est dissipée **b** que l'objet accélère sans cesse **c** que E_pp est constante **d** je ne sais pas

QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES…
1 à 4	1	l'énergie potentielle de pesanteur et le choix de la référence
5 à 8	2	l'énergie mécanique et sa conservation sans frottement
9 à 12	3	le travail des frottements et la dissipation de l'énergie mécanique
13 à 16	4	le bilan énergétique d'un mouvement et sa lecture sur un diagramme

Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 30 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites. Une réponse « je ne sais pas » ou fausse compte pour une question non sue.

14 à 16 bonnes réponses : enchaîne les quatre parties dans l'ordre, en te concentrant sur les exercices ★★★. **9 à 13 :** commence par les parties où une question est restée sans bonne réponse, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule : le pack est construit pour ce parcours complet.

Le conseil du prof

Ce test n'est pas une note, c'est une boussole. Son seul but est de te dire où passer ton temps en premier : inutile de reprendre une partie que tu maîtrises déjà, mieux vaut la garder pour la fin.

C'est pour cela que l'honnêteté compte plus que le score : une réponse devinée au hasard qui tombe juste t'enverrait sauter une partie que tu ne sais pas vraiment faire. Si tu hésites, coche « je ne sais pas » : le test travaille pour toi, pas contre toi.

Note bien tes seize réponses sur une feuille avant d'ouvrir les corrigés : en les comparant d'un coup, tu verras tout de suite les parties à reprendre, au lieu de corriger question par question. Et garde cette feuille : après avoir travaillé le pack, refaire le test est une façon simple de mesurer ce que tu as gagné. Ce test ne demande aucun long calcul : les quelques nombres qu'il contient se retrouvent de tête, et une question qui exige la calculatrice n'y a pas sa place. Si une question te prend plus qu'un instant de réflexion, c'est déjà le signe que la partie correspondante mérite d'être retravaillée.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Calculer une énergie potentielle de pesanteur

1. **Je choisis la référence.**
   Je place $z = 0$ à un endroit commode, souvent le sol ou le point le plus bas, et je le dis.
2. **Je relève la masse et l'altitude, dans les bonnes unités.**
   La masse en kilogramme, l'altitude en mètre.
3. **J'applique la relation $E_{pp} = m\,g\,z$.**
   Je remplace chaque grandeur par sa valeur, avec son unité.
4. **J'écris le résultat avec son unité,**
   le joule, à deux ou trois chiffres significatifs selon les données.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un livre de masse $1{,}5\ \text{kg}$ est posé sur une étagère située à $2{,}0\ \text{m}$ au-dessus du sol. Calculer son énergie potentielle de pesanteur, la référence étant prise au sol. On donne $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Je prends $z = 0$ au sol, donc $z = 2{,}0\ \text{m}$ pour le livre.

J'applique la relation : $E_{pp} = m\,g\,z = 1{,}5\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 2{,}0\ \text{m} =$ $\boxed{29{,}4\ \text{J}}$.

2 Calculer une variation d'énergie potentielle

1. **Je repère les deux altitudes.**
   Celle de départ z_A et celle d'arrivée z_B, dans la même référence.
2. **J'écris la variation $\Delta E_{pp} = m\,g\,(z_B - z_A)$.**
   La soustraction d'abord, le produit ensuite.
3. **Je remplace par les valeurs, avec leurs unités.**
   Je garde le signe de la différence d'altitude.
4. **Je conclus sur le signe,**
   positive si l'objet monte, négative s'il descend.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un drone de masse $2{,}0\ \text{kg}$ monte de l'altitude $z_A = 10\ \text{m}$ à l'altitude $z_B = 25\ \text{m}$. Calculer la variation de son énergie potentielle de pesanteur. On donne $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

La différence d'altitude vaut $z_B - z_A = 25\ \text{m} - 10\ \text{m} = 15\ \text{m}$.

D'où $\Delta E_{pp} = m\,g\,(z_B - z_A) = 2{,}0\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 15\ \text{m} =$ $\boxed{294\ \text{J}}$. Elle est positive : le drone a gagné de l'énergie potentielle en montant.

6 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES CLASSIQUES

1 Prendre la distance parcourue pour l'altitude

✗ « sur un plan incliné long de $4{,}0\ \text{m}$, je prends $z = 4{,}0\ \text{m}$ » · ✓ l'altitude z est la hauteur **verticale**, pas la longueur suivie le long de la pente. Si l'objet descend de $2{,}0\ \text{m}$ de haut en parcourant $4{,}0\ \text{m}$ de pente, c'est $z = 2{,}0\ \text{m}$ qui entre dans $E_{pp} = m\,g\,z$.

Le réflexe : dans E_{pp}, z se lit sur un axe vertical, et non le long de la trajectoire.

2 Se tromper d'un facteur dix en lisant le résultat

✗ $E_{pp} = m\,g\,z = 1{,}5\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 2{,}0\ \text{m} = 2{,}94\ \text{J}$ · ✓ le produit $1{,}5 \times 9{,}8 \times 2{,}0$ vaut $29{,}4$, pas $2{,}94$: $E_{pp} = 1{,}5\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 2{,}0\ \text{m} =$ $\boxed{29{,}4\ \text{J}}$. La virgule s'est déplacée d'un rang.

Le réflexe : contrôle l'ordre de grandeur : quelques kilogrammes soulevés de quelques mètres font quelques dizaines de joules.

3 Oublier la pesanteur dans le calcul

✗ « $E_{pp} = m\,z$ » · ✓ il manque l'intensité de la pesanteur : $E_{pp} = m\,g\,z$. Sans le facteur g, le résultat n'est même pas en joule. L'unité trahit l'oubli : des kg multipliés par des m ne donnent pas des joules.

Le réflexe : vérifie l'unité de ton résultat : une énergie est en joule, donc les trois facteurs m, g et z doivent être présents.

7 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. Qu'est-ce que l'énergie potentielle de pesanteur ?
2. Quelle est son expression ?
3. Quelle est son unité ?
4. Dans quelle unité s'exprime g, et combien vaut-il sur Terre ?
5. Un objet de $2{,}0\ \text{kg}$ est à $10\ \text{m}$: son énergie potentielle ?
6. Si on double l'altitude, que devient l'énergie potentielle ?
7. La valeur de l'énergie potentielle dépend-elle du choix de la référence ?
8. Le poids est-il une force conservative ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. l'énergie qu'un objet possède du fait de son altitude - 2. $E_{\text{pp}} = m\,g\,z$ - 3. le joule (J) - 4. le $\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$, environ $9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ - 5. $2{,}0\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 10\ \text{m} = 196\ \text{J}$ - 6. elle double - 7. oui, sa valeur en dépend, mais pas sa variation entre deux positions - 8. oui, son travail ne dépend que des altitudes de départ et d'arrivée

8 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 — Trois énergies potentielles à calculer

★☆☆

Données. $E_{\text{pp}} = m\,g\,z$, avec $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ et la référence au sol. Les résultats sont attendus avec deux ou trois chiffres significatifs selon les données.

1. Une balle de masse $0{,}20\ \text{kg}$ est tenue à l'altitude $z = 6{,}0\ \text{m}$. Calculer son énergie potentielle de pesanteur.
2. Un livre de masse $0{,}80\ \text{kg}$ est posé sur une étagère à $z = 2{,}5\ \text{m}$. Calculer son énergie potentielle de pesanteur.
3. Un sac de masse $5{,}0\ \text{kg}$ est soulevé à $z = 0{,}40\ \text{m}$. Calculer son énergie potentielle de pesanteur.
4. Le livre et le sac ont la même énergie potentielle de pesanteur, alors que leurs masses et leurs altitudes diffèrent. Expliquer pourquoi.

Exercice 2 — Un drone qui monte, puis redescend

★★☆

Données. Drone de masse $1{,}2\ \text{kg}$, $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$. Sauf indication, la référence est prise au sol. Les résultats sont attendus avec deux ou trois chiffres significatifs selon les données.

1. Le drone monte du sol ($z = 0$) jusqu'à $z = 15\ \text{m}$. Calculer la variation de son énergie potentielle de pesanteur.
2. Il redescend ensuite de $z = 15\ \text{m}$ à $z = 5{,}0\ \text{m}$. Calculer la nouvelle variation de son énergie potentielle de pesanteur.
3. Expliquer le signe de chacune des deux variations.
4. On place maintenant la référence à $15\ \text{m}$ de hauteur, au niveau du toit d'un immeuble. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du drone lorsqu'il est au sol.

Exercice 3 — Altitude n'est pas distance parcourue

★★☆

Données. Un objet de masse $3{,}0\ \text{kg}$ descend le long d'un plan incliné. Il parcourt $4{,}0\ \text{m}$ le long de la pente, et son altitude baisse de $2{,}0\ \text{m}$. $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$, référence en bas de la pente. Les résultats sont attendus avec deux ou trois chiffres significatifs selon les données.

1. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de l'objet en haut de la pente.
2. Calculer son énergie potentielle de pesanteur en bas de la pente.
3. En déduire la variation d'énergie potentielle de pesanteur au cours de la descente.
4. Un élève a utilisé $4{,}0\ \text{m}$ dans son calcul. Expliquer son erreur et donner la grandeur à employer.

✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement qu'il peut suivre, pas seulement la valeur finale.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. b - **2.** a - **3.** b - **4.** b - **5.** b - **6.** c - **7.** a - **8.** a - **9.** b - **10.** b - **11.** b - **12.** b - **13.** a - **14.** a - **15.** b - **16.** a

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, la formule littérale, l'application numérique avec les unités, puis la conclusion. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la liste de vérifications de la page 38.

Les résultats sont arrondis à deux ou trois chiffres significatifs selon les données. On prend $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ dans tout le pack.

Exercice 1 — Trois énergies potentielles à calculer ★

1. $E_{\text{pp}} = m\,g\,z = 0{,}20\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 6{,}0\ \text{m} =$ **11,8 J**.

2. $E_{\text{pp}} = 0{,}80\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 2{,}5\ \text{m} =$ **19,6 J**.

3. $E_{\text{pp}} = 5{,}0\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 0{,}40\ \text{m} =$ **19,6 J**.

4. **Le livre et le sac ont la même énergie potentielle**, 19,6 J : l'un a une petite masse et une grande altitude, l'autre une grande masse et une petite altitude, et les produits $m\,g\,z$ sont égaux. C'est le produit qui compte, pas chaque facteur pris à part.

L'unité de la pesanteur

Le facteur $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ est présent dans chaque calcul : sans lui, le résultat ne serait pas en joule.

Un contrôle rapide

Quelques kilogrammes soulevés de quelques mètres font quelques dizaines de joules : l'ordre de grandeur des trois résultats est cohérent.

Exercice 2 — Un drone qui monte, puis redescend ★★

1. $\Delta E_{\text{pp}} = m\,g\,(z_B - z_A) = 1{,}2\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (15\ \text{m} - 0\ \text{m}) =$ **176 J**.

2. $\Delta E_{\text{pp}} = 1{,}2\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (5{,}0\ \text{m} - 15\ \text{m}) =$ **−118 J**.

3. La première variation est **positive** : le drone monte, il gagne de l'énergie potentielle. La seconde est **négative** : il descend, il en perd.

4. Avec la référence à 15 m, l'altitude du sol vaut $z = -15\ \text{m}$, donc $E_{\text{pp}} = 1{,}2\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (-15\ \text{m}) =$ **−176 J**. L'énergie potentielle peut être négative selon la référence.

Le signe vient de l'altitude

Dans $\Delta E_{\text{pp}} = m\,g\,(z_B - z_A)$, c'est le signe de $z_B - z_A$ qui donne celui de la variation : positif en montée, négatif en descente.

Référence et valeur

Changer la référence change la valeur de E_{pp}, qui peut devenir négative, mais pas une variation entre deux altitudes fixées.