PREMIÈRE

PACK CHAPITRE · PHYSIQUE

Travail d'une force et théorème de l'énergie cinétique

Calculer l'énergie cinétique et le travail d'une force, puis relier les deux par un bilan : **le théorème de l'énergie cinétique.**

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 cinétique, on passe par le travail d'une force, et on arrive au théorème qui relie les deux.

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 repères du chapitre, et les plans de réponse de chaque type de question.

4	16	12	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.

« Une force transfère de l'énergie, la vitesse en garde la trace. »

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

13 Le théorème de l'énergie cinétique relie la variation de l'énergie cinétique à :

a la somme des forces | b la somme des travaux des forces | c la vitesse moyenne | d je ne sais pas

14 On a $\Delta E_c = E_c(\text{final}) - E_c(\text{initial})$. Si l'objet ralentit, ΔE_c est :

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

15 Un solide lancé sur un sol horizontal ralentit à cause des frottements. La somme des travaux est :

a positive | b négative | c nulle | d je ne sais pas

16 Un objet part du repos ; la somme des travaux des forces est positive. Sa vitesse :

a augmente | b diminue | c reste nulle | d je ne sais pas

QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES…
1 à 4	1	l'énergie cinétique et sa dépendance au carré de la vitesse
5 à 8	2	le travail d'une force constante et le rôle de l'angle
9 à 12	3	le travail du poids et le travail d'une force de frottement
13 à 16	4	le théorème de l'énergie cinétique et sa lecture

Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 26 : 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.

Le conseil du prof
Le carré ne porte que sur la vitesse, jamais sur la masse. Écris toujours v^2 en toutes lettres avant de taper la calculatrice : une énergie cinétique fausse vient le plus souvent d'une vitesse oubliée au carré.

2 L'énergie cinétique croît comme le carré de la vitesse

COURS

Puisque la vitesse intervient au carré, **doubler** la vitesse multiplie l'énergie cinétique par $2^2 = 4$, et la tripler la multiplie par $3^2 = 9$: c'est la parabole de la figure ci-dessus, de plus en plus pentue. Un véhicule deux fois plus rapide a donc une énergie cinétique quatre fois plus grande à dissiper pour s'arrêter.

F2 RETROUVER LA VITESSE À PARTIR DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE — À RETROUVER

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$$

On isole v dans la relation F1 : $v^2 = \dfrac{2 \times E_c}{m}$, puis on prend la racine carrée. E_c est en joule, m en kilogramme, et v est obtenue en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$. La vitesse est une valeur positive : on ne garde que la racine positive.

3 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Calculer une énergie cinétique

1. **Je relève la masse et la vitesse.**
   La masse en kilogramme, la vitesse en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.
2. **J'écris la formule littérale.**
   $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$, avant toute valeur.
3. **Je remplace par les valeurs, avec leurs unités.**
   Je calcule d'abord le carré de la vitesse, puis je multiplie.
4. **J'écris le résultat à deux ou trois chiffres significatifs selon les données,**
   en joule.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un palet de masse $2{,}0\ \mathrm{kg}$ glisse à la vitesse $3{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Calculer son énergie cinétique.

$E_c = \dfrac{1}{2} \times m \times v^2 = \dfrac{1}{2} \times 2{,}0\ \mathrm{kg} \times (3{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}})^2 =$ $9{,}0\ \mathrm{J}$.

2 Retrouver une vitesse à partir d'une énergie cinétique

1. **J'isole le carré de la vitesse.**
   À partir de F1 : $v^2 = \dfrac{2 \times E_c}{m}$.
2. **Je remplace par les valeurs, avec leurs unités.**
   L'énergie en joule, la masse en kilogramme.
3. **Je prends la racine carrée du résultat.**
   Je garde la valeur positive.
4. **J'écris le résultat à deux ou trois chiffres significatifs selon les données,**
   en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un mobile de masse $2{,}0\ \mathrm{kg}$ a une énergie cinétique de $16{,}0\ \mathrm{J}$. Calculer sa vitesse.

$v = \sqrt{\dfrac{2 \times E_c}{m}} = \sqrt{\dfrac{2 \times 16{,}0\ \mathrm{J}}{2{,}0\ \mathrm{kg}}} = \sqrt{16{,}0\ \mathrm{m^2 \cdot s^{-2}}} =$ $4{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

6 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 — Trois énergies cinétiques à calculer

★☆☆

Données. $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$. Un ballon de masse $0{,}400\ \text{kg}$ lancé à $5{,}00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; un coureur de masse $70{,}0\ \text{kg}$ à $6{,}00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; un palet de masse $0{,}200\ \text{kg}$ à $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Les résultats sont attendus avec trois chiffres significatifs.

1. Rappeler l'unité d'une énergie cinétique.
2. Calculer l'énergie cinétique du ballon.
3. Calculer l'énergie cinétique du coureur.
4. Calculer l'énergie cinétique du palet.
5. Classer les trois systèmes par énergie cinétique croissante.

Exercice 2 — Le rôle du carré de la vitesse

★★☆

Données. Une voiture de masse $1{,}20 \times 10^3\ \text{kg}$ roule d'abord à $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, puis à $20{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Les résultats sont attendus avec trois chiffres significatifs.

1. Calculer l'énergie cinétique de la voiture à $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Calculer l'énergie cinétique de la voiture à $20{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. La vitesse a doublé : par combien l'énergie cinétique a-t-elle été multipliée ? Comparer au calcul.
4. Sans calcul, donner l'énergie cinétique de la voiture à $30{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, à partir de la valeur à $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 3 — Retrouver une vitesse

★★☆

Données. $v = \sqrt{\dfrac{2 \times E_c}{m}}$. Un chariot de masse $5{,}00\ \text{kg}$ a une énergie cinétique de $40{,}0\ \text{J}$; un autre chariot, de masse $2{,}00\ \text{kg}$, a une énergie cinétique de $25{,}0\ \text{J}$. Les résultats sont attendus avec trois chiffres significatifs.

1. Écrire la relation qui donne la vitesse à partir de l'énergie cinétique et de la masse.
2. Calculer la vitesse du premier chariot.
3. Calculer la vitesse du second chariot.
4. À énergie cinétique égale, un chariot plus léger va-t-il plus vite ou moins vite ? Justifier à l'aide de la relation.

Exercice 4 — Le skieur et le carré de la vitesse

★★★

Données. Un skieur, équipement compris, a une masse de $80{,}0\ \text{kg}$. Il passe un premier point à $4{,}00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, puis un second à $12{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Les résultats sont attendus avec trois chiffres significatifs.

1. Calculer l'énergie cinétique du skieur au premier point.
2. Calculer l'énergie cinétique du skieur au second point.
3. La vitesse a été multipliée par trois entre les deux points. Vérifier que l'énergie cinétique a bien été multipliée par neuf.
4. Calculer la variation d'énergie cinétique entre les deux points, c'est-à-dire la différence entre la valeur au second point et celle au premier.
5. Cette variation est-elle positive ou négative ? Qu'est-ce que cela indique sur le mouvement du skieur ?

✓ 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. c - **2.** b - **3.** a - **4.** b - **5.** b - **6.** b - **7.** b - **8.** b - **9.** b - **10.** a - **11.** b - **12.** a - **13.** b - **14.** b - **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 34.

Les résultats sont arrondis à trois chiffres significatifs. L'intensité de la pesanteur vaut $g = 9{,}81\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Les valeurs des cosinus utilisées sont celles fournies par les énoncés.

Exercice 1 — Trois énergies cinétiques à calculer ★

1. L'énergie cinétique s'exprime en **joule (J)**.
2. Pour le ballon **(F1)** : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}400\ \text{kg} \times (5{,}00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = \boxed{5{,}00\ \text{J}}$.
3. Pour le coureur : $E_c = \frac{1}{2} \times 70{,}0\ \text{kg} \times (6{,}00\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = \boxed{1{,}26 \times 10^3\ \text{J}}$.
4. Pour le palet : $E_c = \frac{1}{2} \times 0{,}200\ \text{kg} \times (10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = \boxed{10{,}0\ \text{J}}$.
5. Par énergie cinétique croissante : **le ballon ($5{,}00$ J), le palet ($10{,}0$ J), puis le coureur ($1{,}26 \times 10^3$ J)**.

Le carré d'abord

Calcule le carré de la vitesse avant de multiplier par la masse et par un demi : les trois résultats enchaînent le même geste.

La masse pèse lourd

Le coureur domine largement, non par sa vitesse, mais par sa masse : à vitesse voisine, c'est la masse qui fait la différence d'énergie cinétique.

Exercice 2 — Le rôle du carré de la vitesse ★★

1. À $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$: $E_c = \frac{1}{2} \times 1{,}20 \times 10^3\ \text{kg} \times (10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = \boxed{6{,}00 \times 10^4\ \text{J}}$.
2. À $20{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$: $E_c = \frac{1}{2} \times 1{,}20 \times 10^3\ \text{kg} \times (20{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 = \boxed{2{,}40 \times 10^5\ \text{J}}$.
3. Le rapport des deux énergies vaut $\frac{2{,}40 \times 10^5}{6{,}00 \times 10^4} = 4{,}00$: **l'énergie cinétique a été multipliée par quatre** quand la vitesse a doublé, car $2^2 = 4$.
4. À $30{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, la vitesse est triplée, donc l'énergie cinétique est multipliée par $3^2 = 9$: $9 \times 6{,}00 \times 10^4\ \text{J} = \boxed{5{,}40 \times 10^5\ \text{J}}$.

Le carré, encore

Toute la question tient dans le carré de la vitesse : une vitesse multipliée par un nombre multiplie l'énergie cinétique par le carré de ce nombre.

Un raccourci sûr

La question 4 se traite sans refaire le produit complet : on part de la valeur à $10{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et on multiplie par neuf. C'est un contrôle rapide d'un calcul direct.