

Cahier de vacances de sciences physiques

Physique pure — Passage Première → Terminale — Niveau renforcé,
esprit Première C

30 exercices — Sans corrigé

Mode d'emploi



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

Ce cahier est consacré **exclusivement à la physique**. Les notions de chimie feront l'objet d'un cahier séparé.

Il vise à consolider l'ensemble des notions physiques essentielles de Première spécialité et à préparer l'entrée en Terminale avec un niveau de calcul et de raisonnement renforcé, dans l'esprit de l'ancienne Première C.

Chaque exercice est précédé d'un bloc **Indications de cours**. Il rappelle les lois, définitions, unités et méthodes utiles sans donner la solution.

Conseil de travail. Toujours commencer par identifier le système étudié, le référentiel, les grandeurs connues et les unités. Faire un schéma quand il est utile, écrire la loi physique avant de remplacer par les valeurs numériques, conserver suffisamment de chiffres pendant les calculs puis arrondir seulement le résultat final.

Données utiles pour l'ensemble du cahier

- Intensité de la pesanteur au voisinage du sol : $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.
- Constante de Coulomb : $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$.
- Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
- Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$.
- Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$.
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.
- Pression atmosphérique de référence : $P_{atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Répartition des 30 exercices

1. Mesures, unités et incertitudes — exercices 1 à 3
2. Interactions fondamentales et champs — exercices 4 à 9
3. Fluides au repos — exercices 10 à 12
4. Mouvement et forces — exercices 13 à 17
5. Électricité et transferts d'énergie — exercices 18 à 21
6. Énergie mécanique — exercices 22 à 25
7. Ondes, optique et lumière — exercices 26 à 30

Partie I — Mesures, unités, vecteurs et incertitudes

Exercice 1 — Unités, dimensions et ordres de grandeur ★

Indications de cours

Une grandeur physique doit toujours être accompagnée de son unité. Dans le Système international, les unités de base utilisées ici sont notamment le mètre, la seconde, le kilogramme et l'ampère.

On utilise fréquemment les préfixes :

milli = 10^{-3} , micro = 10^{-6} , nano = 10^{-9} , kilo = 10^3 , mega = 10^6 .

Pour une vitesse :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

et $1 \text{ m s}^{-1} = 3,6 \text{ km h}^{-1}$.

Énoncé

1. Convertir $72,0 \text{ km h}^{-1}$ en m s^{-1} .
2. Convertir $2,50 \text{ ms}$ en secondes.
3. Convertir 450 nm en mètres, puis l'écrire en notation scientifique.
4. Une particule parcourt $3,6 \text{ cm}$ en $1,5 \text{ ms}$. Calculer sa vitesse en m s^{-1} .
5. Un moteur délivre une énergie de $2,4 \text{ MJ}$ en 40 s . En utilisant $P = E/\Delta t$, déterminer sa puissance en watts puis en kilowatts.
6. Classer par ordre croissant : $0,45 \text{ mm}$, $5,0 \times 10^{-4} \text{ m}$, $430 \mu\text{m}$ et $4,8 \times 10^5 \text{ nm}$.
7. Donner l'ordre de grandeur de chacune des quatre longueurs précédentes en mètres.

Exercice 2 — Série de mesures et incertitude ★★**Indications de cours**

Pour une série de n mesures $x_1, x_2, \dots, x_n$, la moyenne est

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

L'écart-type expérimental permet d'apprécier la dispersion.

Pour une série courte, il peut être fourni ou calculé à la calculatrice.

Une incertitude-type de type A associée à la moyenne peut être estimée par

$$u(\bar{x}) = \frac{s}{\sqrt{n}},$$

où s est l'écart-type expérimental.

Le résultat d'une mesure doit être écrit avec un nombre cohérent de chiffres significatifs.

Énoncé

Un groupe d'élèves mesure dix fois la durée de chute d'une bille. Les valeurs obtenues, en secondes, sont :

$0,643 ; 0,651 ; 0,648 ; 0,646 ; 0,654 ; 0,649 ; 0,645 ; 0,652 ; 0,647 ; 0,650$.

1. Calculer la moyenne $\bar{t}$.
2. À l'aide de la calculatrice, déterminer l'écart-type expérimental s .
3. Calculer l'incertitude-type $u(\bar{t})$.
4. Proposer une écriture du résultat sous la forme $t = (\bar{t} \pm u)$ s.
5. Une simulation théorique prévoit $t_{ref} = 0,649 \text{ s}$. Comparer qualitativement le résultat expérimental à cette valeur.
6. Expliquer pourquoi réaliser dix mesures est plus informatif qu'une mesure unique.



7. Citer deux causes possibles de dispersion expérimentale dans une telle expérience.

Exercice 3 — Vecteurs et projection ★★

Indications de cours

Un vecteur possède une direction, un sens et une norme. Dans un repère orthonormé, si

$$\vec{u} = \begin{pmatrix} u_x \\ u_y \end{pmatrix},$$

alors



Figure geometrique pedagogique illustrant la notion

$$\|\vec{u}\| = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}.$$

Si une force $\vec{F}$ de norme F fait un angle α avec l'axe horizontal orienté vers la droite :

$$F_x = F \cos \alpha, \quad F_y = F \sin \alpha.$$

Énoncé

Une caisse est tirée par une corde exerçant une force de norme $F = 120 \text{ N}$, inclinée de 25° au-dessus de l'horizontale.

1. Faire un schéma de la situation et représenter $\vec{F}$.
2. Calculer les composantes horizontale et verticale de $\vec{F}$.

3. Une seconde force horizontale $\vec{f}$ de norme 35 N s'oppose au mouvement. Déterminer les composantes de la résultante $\vec{R} = \vec{F} + \vec{f}$ dans le plan horizontal-vertical, en considérant uniquement ces deux forces.
4. Calculer la norme de $\vec{R}$.
5. Déterminer l'angle que fait $\vec{R}$ avec l'horizontale.
6. Expliquer pourquoi additionner simplement les normes $120 + 35$ ne permet pas d'obtenir la norme de la résultante.

Partie II — Interactions fondamentales et champs

Exercice 4 — Interaction électrostatique : loi de Coulomb ★

Indications de cours

Deux charges ponctuelles q_A et q_B séparées d'une distance r exercent l'une sur l'autre des forces de même norme :

$$F = k \frac{|q_A q_B|}{r^2}.$$

Les forces sont portées par la droite joignant les charges. Elles sont répulsives si les charges ont le même signe et attractives si elles sont de signes opposés.

Énoncé

Deux petites sphères portent les charges

$$q_A = +3,0 \text{ nC}, \quad q_B = -8,0 \text{ nC}$$

et sont séparées de 12 cm.

1. Convertir les charges en coulombs et la distance en mètres.
2. Calculer la norme de la force électrostatique exercée par A sur B.



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

3. Préciser la direction et le sens de cette force.
4. Représenter les deux forces d'interaction sur un schéma.
5. Que devient la norme de la force si la distance est doublée ?
6. Quelle distance faudrait-il choisir pour diviser la force initiale par 9 ?

Exercice 5 — Champ électrique créé par une charge ★★

Indications de cours

Une charge ponctuelle Q crée en un point situé à la distance r un champ électrique de norme

$$E = k \frac{|Q|}{r^2}.$$

Le champ est dirigé vers l'extérieur si $Q > 0$ et vers la charge si $Q < 0$.

Une charge q placée dans ce champ subit

$$\vec{F} = q\vec{E}.$$

Énoncé

Une charge fixe $Q = +5,0$ nC est placée au point O.

1. Calculer la norme du champ électrique à 20 cm de O.
2. Représenter le vecteur champ en un point M situé à droite de O.
3. On place en M un proton de charge $+e$. Déterminer la norme et le sens de la force qu'il subit.
4. On remplace le proton par un électron de charge $-e$. Déterminer le sens de la force.
5. À quelle distance de O le champ a-t-il une norme quatre fois plus faible qu'en M ?
6. Justifier que le champ électrique est une propriété de l'espace créée par Q et non une propriété de la charge test placée en M.

Exercice 6 — Superposition de deux champs électriques ★★★

Indications de cours

Les champs électriques se superposent vectoriellement :

$$\vec{E}_{tot} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

Sur une même droite, le calcul peut être effectué algébriquement après avoir choisi un axe orienté.

Énoncé

Deux charges sont placées sur l'axe (Ox) :

- $q_A = +4,0 \text{ nC}$ en $x_A = 0$;
- $q_B = +9,0 \text{ nC}$ en $x_B = 30 \text{ cm}$.

On cherche un point M situé entre A et B où le champ électrique total est nul.

1. Expliquer pourquoi les deux champs peuvent s'y opposer.
2. On note $x = AM$. Exprimer la norme E_A du champ créé par A en M.
3. Exprimer la norme E_B du champ créé par B en M.
4. Écrire la condition permettant d'avoir $\vec{E}_{tot} = \vec{0}$.
5. Résoudre l'équation obtenue et déterminer la position de M.
6. Vérifier que le résultat est cohérent avec le fait que $|q_B| > |q_A|$.
7. Que changerait qualitativement la situation si q_B était négative ?

Exercice 7 — Gravitation : Terre et satellite ★★

Indications de cours

Deux masses ponctuelles m_1 et m_2 séparées de la distance r s'attirent avec une force de norme

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

À la distance r du centre d'un astre de masse M , le champ de gravitation a pour norme

$$g(r) = G \frac{M}{r^2}.$$

Énoncé

Un satellite de masse $m = 850 \text{ kg}$ évolue à l'altitude $h = 400 \text{ km}$ au-dessus de la surface de la Terre.

1. Calculer sa distance r au centre de la Terre.
2. Calculer la norme du champ de gravitation terrestre à cette altitude.
3. En déduire la norme de la force gravitationnelle exercée sur le satellite.
4. Comparer le champ obtenu à $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ au sol.



- Un élève affirme : « À 400 km d'altitude, il n'y a pratiquement plus de gravité. » Discuter cette affirmation.
- À quelle distance du centre de la Terre le champ serait-il quatre fois plus faible qu'à la surface ?

Exercice 8 — Gravitation contre électrostatique ★★★

Indications de cours

Entre deux particules chargées, on peut comparer l'interaction gravitationnelle et l'interaction électrostatique en calculant le rapport

$$\frac{F_e}{F_g}.$$

Les deux lois varient en $1/r^2$: la distance peut donc s'éliminer du rapport.

Énoncé

On considère un proton et un électron séparés d'une distance quelconque r .

Données :

$$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}, \quad m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}.$$

- Écrire l'expression de la force gravitationnelle entre les deux particules.
- Écrire l'expression de la force électrostatique entre elles.
- Former le rapport F_e/F_g et montrer qu'il ne dépend pas de r .
- Calculer ce rapport.
- Conclure sur l'interaction dominante à l'échelle atomique.
- Expliquer pourquoi la gravitation reste néanmoins dominante à l'échelle astronomique pour les astres ordinaires.

Exercice 9 — Bille chargée en équilibre ★★★

Indications de cours

Lorsqu'un système est en équilibre, la somme vectorielle des forces qu'il subit est nulle :

$$\sum \vec{F} = \vec{0}.$$

Dans un champ électrique uniforme, une charge q subit

$$\vec{F}_e = q\vec{E}.$$

Le poids d'un corps de masse m vaut

$$\vec{P} = m\vec{g}.$$

Énoncé

Une minuscule bille de masse $m = 2,0 \times 10^{-5} \text{ kg}$ porte une charge $q = -4,0 \text{ nC}$. Elle est immobile entre deux plaques qui créent un champ électrique vertical uniforme.

- Représenter le poids de la bille.

2. Pour que la bille soit en équilibre, dans quel sens doit être la force électrique ?
3. Compte tenu du signe de q , en déduire le sens du champ électrique.
4. Écrire la condition d'équilibre sur les normes.
5. Calculer la norme E du champ nécessaire.
6. La charge de la bille est remplacée par $q' = +4,0 \text{ nC}$. Que faudrait-il modifier pour conserver l'équilibre ?

Partie III — Fluides au repos

Exercice 10 — Pression et force pressante ★

Indications de cours

La pression est définie par

$$P = \frac{F}{S}$$

lorsque la force pressante F est perpendiculaire à une surface plane d'aire S .

Donc

$$F = PS.$$



L'unité SI de pression est le pascal : $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$.

Énoncé

Un vérin hydraulique comporte un piston circulaire de diamètre $8,0 \text{ cm}$. Le fluide exerce sur ce piston une pression de $3,5 \times 10^5 \text{ Pa}$.

1. Calculer le rayon du piston en mètres.
2. Calculer son aire.
3. Déterminer la force pressante exercée par le fluide.
4. Quelle masse pourrait avoir un objet dont le poids aurait la même norme ?
5. Si le diamètre du piston est doublé à pression identique, par quel facteur la force pressante est-elle multipliée ? Justifier.

Exercice 11 — Pression hydrostatique et plongée ★★

Indications de cours

Dans un fluide incompressible au repos, entre deux points 1 et 2 :

$$P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2).$$

Si le point 2 est à une profondeur h sous une surface à la pression P_{surface} :

$$P = P_{\text{surface}} + \rho gh.$$

Énoncé

Un plongeur descend dans l'eau de mer, assimilée ici à de l'eau de masse volumique $1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

1. Calculer la pression absolue à 10 m de profondeur.
2. Calculer la pression absolue à 30 m.
3. Exprimer ces deux pressions en multiples de la pression atmosphérique.
4. À quelle profondeur la pression absolue est-elle approximativement égale à $4P_{atm}$?
5. Une vitre de masque a une aire de 70 cm^2 . Calculer la différence entre la force pressante de l'eau extérieure et celle de l'air intérieur si l'air du masque restait à la pression atmosphérique à 10 m.
6. Expliquer qualitativement l'intérêt d'équilibrer les pressions de part et d'autre du masque.

Exercice 12 — Loi de Mariotte ★★**Indications de cours**

Pour une quantité fixée de gaz à température constante, la loi de Mariotte s'écrit

$$P_1 V_1 = P_2 V_2.$$

La pression absolue doit être utilisée.

Énoncé

Une poche d'air occupe un volume de 2,0 L à la surface de l'eau, sous la pression P_{atm} .

On suppose la température constante.

1. Quel volume occuperait cette poche à une profondeur où la pression absolue vaut $2P_{atm}$?
2. Même question pour $4P_{atm}$.
3. À partir de la relation hydrostatique, estimer les profondeurs correspondant à $2P_{atm}$ et $4P_{atm}$.
4. Une bulle de volume $5,0 \text{ cm}^3$ se détache à 30 m de profondeur. Estimer son volume juste avant d'atteindre la surface.
5. Expliquer pourquoi la loi de Mariotte permet de comprendre certains risques liés à une remontée trop rapide en plongée.

Partie IV — Mouvement et forces**Exercice 13 — Chronophotographie et vecteur vitesse ★★****Indications de cours**

Pour un mouvement observé à intervalles de temps réguliers Δt , la vitesse au voisinage d'une position peut être estimée à partir des positions voisines.

Une estimation simple de la norme est

$$v \approx \frac{M_i M_{i+1}}{\Delta t}.$$

Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.

Énoncé

Une bille se déplace sur une table horizontale. Ses positions successives, séparées de $\Delta t = 40 \text{ ms}$, sont alignées. Les distances successives sont :

$$M_0M_1 = 2,0 \text{ cm} ; M_1M_2 = 2,8 \text{ cm} ; M_2M_3 = 3,6 \text{ cm} ; M_3M_4 = 4,4 \text{ cm}.$$

1. Calculer une estimation de la vitesse sur chacun des quatre intervalles.



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

2. Décrire l'évolution de la vitesse.
3. Le mouvement est-il uniforme ? Justifier.
4. Représenter qualitativement les vecteurs vitesse aux points M_1 , M_2 et M_3 .
5. Calculer les augmentations successives de vitesse.
6. Que suggèrent ces résultats sur la nature de l'action mécanique exercée sur la bille ?

Exercice 14 — Variation du vecteur vitesse et résultante des forces ★★

Indications de cours

En Première, on relie sur un court intervalle de temps la variation du vecteur vitesse à la somme des forces :

$$m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \approx \Sigma \vec{F}.$$

La variation de vitesse est

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1.$$



Énoncé

Une balle de masse $m = 0,20 \text{ kg}$ se déplace horizontalement vers la droite à $6,0 \text{ m s}^{-1}$. Après $0,10 \text{ s}$, sa vitesse vaut $4,5 \text{ m s}^{-1}$, toujours vers la droite.

1. Choisir un axe horizontal orienté vers la droite et écrire v_1 puis v_2 algébriquement.
2. Calculer Δv .
3. Calculer la valeur approchée de la résultante des forces horizontales.
4. Préciser le sens de cette résultante.
5. Si cette résultante était maintenue constante, au bout de combien de temps supplémentaire la balle atteindrait-elle une vitesse nulle ?
6. Interpréter physiquement le signe de Δv .

Exercice 15 — Freinage d’une automobile ★★★**Indications de cours**

Lors d’un freinage rectiligne, la résultante des forces est opposée à la vitesse. On peut utiliser

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \Sigma F_x.$$

La conversion entre kilomètres par heure et mètres par seconde est indispensable avant tout calcul dynamique.

Énoncé

Une voiture de masse $m = 1,30 \times 10^3 \text{ kg}$ roule à 90 km h^{-1} . Lors d’un freinage uniforme, elle s’arrête en $4,0 \text{ s}$.

1. Convertir la vitesse initiale en m s^{-1} .
2. Calculer la variation de vitesse.
3. Estimer la résultante moyenne des forces horizontales exercées sur la voiture.
4. Déterminer la norme moyenne de cette résultante.
5. Refaire le calcul si la voiture s’arrête en $2,5 \text{ s}$.
6. Comparer les deux résultats et commenter l’influence de la durée de freinage.
7. Pourquoi la masse du conducteur n’intervient-elle pas isolément dans le calcul ?

Exercice 16 — Lancer d’une balle et analyse vectorielle ★★★**Indications de cours**

Dans un référentiel terrestre, lorsque les frottements de l’air sont négligés, une balle en vol n’est soumise qu’à son poids.

Sa variation de vitesse sur une petite durée Δt vérifie approximativement

$$\Delta \vec{v} \approx \vec{g} \Delta t.$$

Le vecteur $\vec{g}$ est vertical et dirigé vers le bas.

Énoncé

Une balle est lancée obliquement. À un instant t_1 , sa vitesse possède les composantes

$$v_{1x} = 8,0 \text{ m s}^{-1}, \quad v_{1y} = +5,0 \text{ m s}^{-1}.$$

On étudie son mouvement 0,20 s plus tard.



1. Déterminer les composantes de $\Delta \vec{v}$ sur cet intervalle.
2. En déduire les composantes de la nouvelle vitesse $\vec{v}_2$.
3. Calculer la norme de $\vec{v}_1$ puis celle de $\vec{v}_2$.
4. Calculer l'angle que fait chacune de ces vitesses avec l'horizontale.
5. Expliquer pourquoi la composante horizontale de la vitesse reste constante dans ce modèle.
6. À quel instant, à partir de t_1 , la composante verticale de la vitesse s'annulerait-elle ?
7. Que représente cet instant dans la trajectoire ?

Exercice 17 — Déduire une force à partir d'un mouvement ★★★

Indications de cours

Si le mouvement est connu, on peut estimer la résultante des forces à partir de la variation du vecteur vitesse :

$$\Sigma \vec{F} \approx m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$$

Il faut raisonner vectoriellement : un changement de direction constitue une variation du vecteur vitesse même si sa norme reste constante.

Énoncé

Un palet de masse $m = 0,40 \text{ kg}$ se déplace dans un plan. À l'instant t_1 , sa vitesse est

$$\vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 3,0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m s}^{-1}.$$

À l'instant $t_2 = t_1 + 0,50 \text{ s}$, elle vaut

$$\vec{v}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 3,0 \end{pmatrix} \text{ m s}^{-1}.$$

1. Calculer le vecteur $\Delta \vec{v}$.
2. Calculer sa norme.
3. Estimer les composantes de la résultante moyenne des forces.
4. Calculer la norme de cette résultante.
5. La norme de la vitesse a-t-elle changé ?
6. Expliquer pourquoi une force résultante non nulle peut exister même si la norme de la vitesse reste la même.
7. Représenter $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ et $\Delta \vec{v}$ sur un même schéma vectoriel.

Partie V — Électricité et transferts d'énergie

Exercice 18 — Intensité et débit de charges ★

Indications de cours

L'intensité d'un courant continu est reliée au débit de charges électriques :

$$I = \frac{|\Delta Q|}{\Delta t}.$$

Donc

$$|\Delta Q| = I\Delta t.$$

Si les porteurs sont des électrons, leur nombre N est relié à la charge totale par

$$|\Delta Q| = Ne.$$

Énoncé

Un courant continu d'intensité $I = 0,80 \text{ A}$ traverse un conducteur pendant $3,0 \text{ min}$.

1. Convertir la durée en secondes.
2. Calculer la charge électrique ayant traversé une section du conducteur.
3. En déduire le nombre d'électrons correspondant.
4. Même question pour un courant de $2,5 \text{ mA}$ pendant $1,0 \text{ s}$.
5. Un capteur indique qu'une charge de 12 C a circulé en $8,0 \text{ s}$. Déterminer l'intensité moyenne.
6. Expliquer pourquoi le sens conventionnel du courant est opposé au déplacement des électrons dans un conducteur métallique.

Exercice 19 — Source réelle de tension ★★

Indications de cours

Une source réelle de tension continue peut être modélisée par une source idéale de force électromotrice E associée en série à une résistance interne r .

Lorsqu'elle débite un courant d'intensité I :

$$U = E - rI.$$

La caractéristique $U = f(I)$ est donc une droite.



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

Énoncé

Une pile possède une force électromotrice $E = 9,0 \text{ V}$ et une résistance interne $r = 1,5 \Omega$.

1. Calculer sa tension aux bornes lorsqu'elle débite $0,20 \text{ A}$.
2. Même question pour $1,0 \text{ A}$.
3. Quelle intensité donnerait théoriquement $U = 6,0 \text{ V}$?
4. Tracer la caractéristique $U = f(I)$ pour $0 \leq I \leq 2,0 \text{ A}$.
5. Identifier graphiquement l'ordonnée à l'origine et la pente.
6. Expliquer le sens physique de la diminution de la tension lorsque l'intensité augmente.
7. Déterminer l'intensité de court-circuit prédite par ce modèle et préciser pourquoi une telle situation est dangereuse et ne doit pas être réalisée expérimentalement.

Exercice 20 — Puissance électrique et effet Joule ★★

Indications de cours

La puissance électrique reçue par un dipôle vaut

$$P = UI.$$

Pour une résistance ohmique :

$$U = RI$$

et donc

$$P_J = RI^2 = \frac{U^2}{R}.$$

L'énergie transférée pendant une durée Δt est

$$E = P\Delta t.$$

Énoncé

Un radiateur électrique de résistance $R = 46 \, \Omega$ est alimenté sous une tension de 230 V.

1. Calculer l'intensité du courant.
2. Calculer la puissance électrique reçue.
3. Retrouver cette puissance avec $P = U^2/R$.
4. Calculer l'énergie consommée en 2,5 h en kilowattheures.
5. Convertir cette énergie en joules.
6. Si le prix de l'électricité est de 0,25 € par kWh, calculer le coût correspondant.
7. Pourquoi peut-on considérer que l'énergie électrique reçue par un radiateur est principalement convertie en énergie thermique ?

Exercice 21 — Rendement d'une conversion électrique ★★★

Indications de cours

Le rendement d'un convertisseur est défini par

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}}$$

ou, sur une même durée,

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}}.$$

Il est compris entre 0 et 1 et peut être exprimé en pourcentage.

Énoncé

Un moteur électrique reçoit une tension $U = 24 \, \text{V}$ et un courant $I = 5,0 \, \text{A}$. Sa puissance mécanique utile mesurée vaut 96 W.

1. Calculer la puissance électrique reçue.
2. Calculer le rendement du moteur.
3. Déterminer la puissance dissipée sous des formes non utiles.
4. Calculer l'énergie électrique reçue pendant 15 min.
5. Calculer l'énergie mécanique utile fournie pendant cette durée.
6. Un second moteur de même puissance utile possède un rendement de 90%. Calculer la puissance électrique qu'il doit recevoir.
7. Comparer les deux moteurs du point de vue énergétique.

Partie VI — Énergie mécanique



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

Exercice 22 — Travail d'une force constante ★★

Indications de cours

Le travail d'une force constante $\vec{F}$ lors d'un déplacement de A vers B est

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F AB \cos \alpha,$$

avec α l'angle entre la force et le déplacement.

Le travail est moteur s'il est positif, résistant s'il est négatif et nul si la force est perpendiculaire au déplacement.

Énoncé

Une luge est tirée sur 25 m par une force constante de norme 120 N faisant un angle de 30° avec l'horizontale.

1. Calculer le travail de la force de traction.
2. Le travail est-il moteur ou résistant ?
3. Calculer le travail du poids si le déplacement est horizontal.
4. Une force de frottement constante de norme 35 N s'oppose au mouvement. Calculer son travail.
5. Calculer la somme des travaux de ces trois forces.
6. Comment changerait le travail de traction si la corde était horizontale ?

Exercice 23 — Théorème de l'énergie cinétique ★★★

Indications de cours

L'énergie cinétique d'un point matériel de masse m animé d'une vitesse v est

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2.$$

Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit

$$\Delta E_c = E_{c,B} - E_{c,A} = \sum W_{AB}(\vec{F}).$$

Énoncé

Une voiture de masse $m = 1,20 \times 10^3$ kg roule à 72 km h^{-1} sur une route horizontale. Elle freine et s'immobilise après une distance de 35 m.

On modélise les forces résistantes par une force horizontale constante $\vec{f}$.

1. Convertir la vitesse initiale en m s^{-1} .
2. Calculer l'énergie cinétique initiale.
3. Calculer la variation d'énergie cinétique durant le freinage.
4. Écrire le théorème de l'énergie cinétique.
5. En déduire la norme de la force résistante moyenne.
6. Refaire le calcul pour une vitesse initiale de 90 km h^{-1} en supposant la même force résistante.
7. Déterminer alors la distance de freinage et commenter l'influence de la vitesse initiale.

Exercice 24 — Chute libre et conservation de l'énergie ★★

Indications de cours

Au voisinage de la Terre, l'énergie potentielle de pesanteur peut s'écrire

$$E_p = mgz$$

par rapport à un niveau de référence choisi.

L'énergie mécanique est

$$E_m = E_c + E_p.$$

En l'absence de frottements et lorsque seul le poids travaille, l'énergie mécanique se conserve.

Énoncé

Une pierre de masse $m = 0,50$ kg est lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur $h = 20$ m au-dessus du sol. Les frottements de l'air sont négligés.

1. Choisir le sol comme origine de l'énergie potentielle.
2. Calculer l'énergie mécanique initiale.
3. Déterminer la vitesse de la pierre lorsqu'elle se trouve à 12 m du sol.
4. Déterminer sa vitesse à 5,0 m du sol.
5. Calculer sa vitesse juste avant l'impact.
6. Montrer que la masse de la pierre disparaît du calcul de la vitesse.



7. Expliquer qualitativement les conversions d'énergie au cours de la chute.

Exercice 25 — Énergie mécanique et frottements ★★★

Indications de cours

En présence de forces non conservatives, l'énergie mécanique n'est généralement pas conservée.

La variation de l'énergie mécanique peut être reliée au travail des forces non conservatives :

$$\Delta E_m = W_{\text{non conservatives}}.$$

Pour une force de frottement constante opposée à un déplacement rectiligne de longueur d :

$$W_f = -fd.$$

Énoncé

Un skieur de masse $m = 70$ kg part du repos au sommet d'une pente. La différence d'altitude entre le départ et l'arrivée vaut 15 m. À l'arrivée, sa vitesse est 14 m s^{-1} .

1. Calculer l'énergie mécanique initiale en prenant l'arrivée comme niveau de référence de l'énergie potentielle.
2. Calculer l'énergie mécanique finale.
3. L'énergie mécanique est-elle conservée ?
4. Calculer la variation d'énergie mécanique.
5. Interpréter le signe obtenu.
6. La longueur de la piste est 80 m. En modélisant les frottements par une force constante opposée au mouvement, calculer sa norme moyenne.
7. Quelle aurait été la vitesse finale en l'absence totale de frottements ?

Partie VII — Ondes, optique et lumière

Exercice 26 — Célérité et retard d'une onde ★

Indications de cours

Une onde mécanique progressive transporte une perturbation dans un milieu matériel.

Pour une distance d parcourue en une durée Δt :

$$v = \frac{d}{\Delta t}.$$

Le retard entre deux points séparés de d est

$$\tau = \frac{d}{v}.$$

Énoncé

Un séisme produit des ondes qui se propagent dans le sol à la célérité moyenne $v = 5,0 \text{ km s}^{-1}$.

1. Convertir cette célérité en m s^{-1} .
2. Calculer le temps nécessaire pour parcourir 150 km.
3. Une station détecte l'onde 24 s après le séisme. Estimer sa distance à l'épicentre avec ce modèle simplifié.
4. Deux stations A et B sont séparées de 80 km dans la direction de propagation. Calculer le retard d'arrivée entre les deux stations.
5. Expliquer pourquoi une onde transporte de l'énergie sans transporter globalement la matière du milieu sur la même distance.

Exercice 27 — Onde périodique, fréquence et longueur d'onde ★★

Indications de cours

Pour une onde périodique :

$$f = \frac{1}{T}$$

et

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$$

La fréquence dépend de la source ; la célérité dépend notamment du milieu de propagation.

Énoncé

Une onde sinusoïdale se propage le long d'une corde à la célérité $v = 12 \text{ m s}^{-1}$. Sa fréquence est $f = 4,0 \text{ Hz}$.

1. Calculer la période T .
2. Calculer la longueur d'onde λ .



3. Combien de longueurs d'onde sont contenues dans une portion de corde de 9,0 m ?
4. La fréquence de la source est portée à 6,0 Hz sans modifier la corde ni sa tension. Calculer la nouvelle longueur d'onde.
5. Comparer les deux longueurs d'onde.
6. Une crête passe devant un capteur à l'instant $t = 0$. À quels

instants passent les trois crêtes suivantes ?

Exercice 28 — Lentille mince convergente ★★★

Indications de cours

Avec les distances algébriques orientées sur l'axe optique, la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente est

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

Le grandissement est

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

Pour un objet réel placé à gauche de la lentille, $\overline{OA} < 0$.

Énoncé

Une lentille mince convergente possède une distance focale $f' = +10,0$ cm. Un objet AB de hauteur 2,0 cm est placé à 30,0 cm devant la lentille.

1. Écrire la valeur algébrique de $\overline{OA}$.
2. Utiliser la relation de conjugaison pour déterminer $\overline{OA'}$.
3. L'image est-elle réelle ou virtuelle ?
4. Calculer le grandissement γ .
5. L'image est-elle droite ou renversée ?
6. Calculer la hauteur algébrique $\overline{A'B'}$.
7. Refaire qualitativement l'analyse si l'objet est placé à 5,0 cm devant la lentille, sans nécessairement effectuer tous les calculs.

Exercice 29 — Couleurs, filtres et synthèses ★★

Indications de cours

En synthèse additive, les couleurs primaires sont rouge, vert et bleu. Leur superposition permet notamment :

- rouge + vert → jaune ;
- vert + bleu → cyan ;
- bleu + rouge → magenta ;
- rouge + vert + bleu → blanc.

En synthèse soustractive, un objet ou un filtre absorbe certaines radiations et en transmet ou diffuse d'autres.

La couleur perçue dépend donc de la lumière incidente et des propriétés de l'objet.

Énoncé

1. Quelle couleur obtient-on par superposition additive de lumière rouge et de lumière verte ?
2. Quelle couleur est complémentaire du rouge en synthèse additive ?
3. Un objet paraît rouge sous lumière blanche. Que peut-on dire qualitativement des radiations qu'il diffuse et de celles qu'il absorbe ?
4. Comment cet objet apparaîtra-t-il s'il est éclairé uniquement en bleu ? Justifier.
5. Un écran blanc est éclairé simultanément par un projecteur rouge et un projecteur bleu. Quelle couleur perçoit-on dans la zone commune ?
6. On place devant une lumière blanche un filtre qui transmet principalement le vert et absorbe le rouge et le bleu. Quelle couleur observe-t-on à la sortie ?
7. Expliquer pourquoi la couleur d'un vêtement ne peut pas être considérée indépendamment de l'éclairage.

Exercice 30 — Ondes électromagnétiques, photons et spectres ★★★

Indications de cours

Dans le vide, une onde électromagnétique vérifie

$$c = \lambda f.$$

L'énergie d'un photon est

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}.$$

Pour convertir une énergie de joules en électronvolts :

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}.$$

Une émission ou une absorption lumineuse par un atome correspond à une transition entre deux niveaux d'énergie, avec



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

$$|\Delta E| = hf.$$

Énoncé

On considère trois radiations électromagnétiques :

- radiation A : $\lambda_A = 650 \text{ nm}$;
 - radiation B : $\lambda_B = 450 \text{ nm}$;
 - radiation C : $f_C = 2,45 \text{ GHz}$.
1. Calculer la fréquence de la radiation A.
 2. Calculer la fréquence de la radiation B.
 3. Calculer la longueur d'onde de la radiation C.

4. Identifier qualitativement le domaine spectral de chacune des trois radiations.
5. Calculer l'énergie d'un photon A puis celle d'un photon B, en joules.
6. Convertir ces deux énergies en électronvolts.
7. Comparer les énergies des photons rouge et bleu et relier cette comparaison aux fréquences correspondantes.
8. Un atome possède deux niveaux séparés de 3,10 eV. Calculer la longueur d'onde du photon associé à cette transition.
9. Cette radiation appartient-elle approximativement au domaine visible ? Justifier par son ordre de grandeur.
10. En quelques lignes, expliquer pourquoi un spectre de raies peut fournir une « signature » d'un atome.

Fin du cahier

Avant l'entrée en Terminale, l'objectif n'est pas seulement d'obtenir des résultats numériques : il faut savoir **choisir un modèle, écrire la loi physique pertinente, travailler avec les vecteurs et les unités, contrôler les ordres de grandeur et argumenter la conclusion.**

Les exercices 6, 8, 9, 15, 16, 17, 21, 23, 25, 28 et 30 sont particulièrement adaptés à un second passage lorsque les automatismes sont acquis.