Transformations d'énergies — Exercices Physique 11e HarmoS

Exercice 1

On étudie une centrale hydroélectrique à accumulation : l'eau stockée dans un lac de barrage en altitude descend par une conduite forcée, entraîne une turbine couplée à un alternateur, puis le courant est acheminé vers un transformateur avant de rejoindre le réseau électrique.

1. Établir la **chaîne énergétique** complète du système (eau dans le barrage → conduite forcée → turbine → alternateur), en précisant pour chaque maillon la forme d'énergie reçue, l'énergie utile transférée et l'énergie perdue.
2. En prenant un réservoir contenant $V = 2{,}0 \times 10^6$ m^3 d'eau situés à une hauteur moyenne $h = 300$ m au-dessus de la turbine ($\rho_{\text{eau}} = 1000$ kg/m^3, $g = 9{,}81$ N/kg), calculer l'énergie potentielle de pesanteur disponible.
3. Si le rendement global de la centrale (conduite + turbine + alternateur) est de 82%, quelle énergie électrique utile est produite (en J et en MWh) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Une balle de masse $m = 0{,}40$ kg est lâchée sans vitesse initiale depuis une hauteur $h_0 = 20$ m au-dessus du sol ($g = 9{,}81$ N/kg). On néglige les frottements de l'air.

1. Calculer l'énergie mécanique totale E_m de la balle au moment du lâcher.
2. En déduire sa vitesse v_{sol} juste avant de toucher le sol ($h = 0$).
3. À quelle altitude h_1 l'énergie cinétique de la balle est-elle égale au triple de son énergie potentielle de pesanteur ($E_c = 3E_p$) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Un wagonnet de montagnes russes de masse $m = 500$ kg passe au point culminant A (altitude $h_A = 30$ m) à la vitesse $v_A = 4{,}0$ m/s, puis descend jusqu'au creux B (altitude $h_B = 12$ m). On prend $g = 10$ N/kg.

1. Calculer l'énergie mécanique totale du wagonnet en A.
2. En supposant les frottements négligeables entre A et B, déterminer l'énergie cinétique et la vitesse du wagonnet au point B.
3. En réalité, 15% de l'énergie mécanique initiale en A est dissipée sous forme thermique par les frottements entre A et B. Quelle est alors la vitesse réelle v'_B au point B ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

Un cycliste (ensemble vélo + pilote de masse totale $m = 80$ kg) roule sur une route horizontale à $v_1 = 36$ km/h. Il freine modérément pour ralentir à $v_2 = 18$ km/h, puis freine à nouveau jusqu'à l'arrêt complet ($v_3 = 0$).

1. Convertir v_1 et v_2 en m/s, puis calculer l'énergie cinétique du cycliste à ces deux vitesses.
2. Quelle quantité d'énergie thermique est dissipée dans les freins durant le premier ralentissement (36 km/h → 18 km/h), puis durant le second (18 km/h → 0) ?
3. Comment expliquer que le premier freinage dégage trois fois plus de chaleur que le second alors que la baisse de vitesse (18 km/h) est identique ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Un lanceur de flipper (ou catapulte verticale) utilise un ressort de constante de raideur $k = 800$ N/m comprimé d'une longueur $x = 0{,}15$ m pour propulser une bille de masse $m = 0{,}20$ kg. On rappelle que l'énergie potentielle élastique d'un ressort vaut $E_{\text{él}} = \frac{1}{2}kx^2$ et on prend $g = 10$ N/kg (frottements négligés).

1. Calculer l'énergie élastique emmagasinée dans le ressort comprimé.
2. Si le tir est horizontal, avec quelle vitesse v la bille quitte-t-elle le ressort détendu ?
3. Si le tir est dirigé verticalement vers le haut, quelle hauteur maximale h la bille atteint-elle au-dessus de sa position de départ détendue (on néglige x devant h, ou on mesure h à partir du point où le ressort est comprimé) ? Préciser les transformations d'énergie.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Une voiture à moteur thermique consomme en moyenne 6,0 L d'essence pour parcourir 100 km. Le pouvoir calorifique de l'essence est de 35 MJ/L. On estime la répartition énergétique du moteur ainsi :

- 40% de l'énergie est perdue par les gaz d'échappement ;
- 32% est évacuée par le circuit de refroidissement ;
- 6% est dissipée par les frottements mécaniques internes ;
- le reste constitue l'énergie mécanique utile transmise aux roues motrices.

1. Quelle est l'énergie chimique totale consommée sur ce trajet de 100 km ?
2. Quel est le rendement énergétique global de la motorisation ? Calculer la quantité d'énergie associée à chacun des quatre flux (échappement, refroidissement, frottements, roues).
3. En supposant une voiture électrique équivalente ayant un rendement global de 80% (batterie + moteur) pour fournir la même énergie utile aux roues sur 100 km, quelle énergie électrique (en MJ et en kWh) doit-elle consommer ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Une maison est équipée de 24 m^2 de panneaux photovoltaïques dont le rendement de conversion solaire $\rightarrow$ électrique est $\eta = 18\%$. Dans cette région, chaque mètre carré de toiture reçoit en moyenne une énergie solaire annuelle de 1200 kWh/m^2.

1. Quelle est l'énergie solaire totale reçue par les panneaux en une année (en kWh) ?
2. Calculer l'énergie électrique produite sur l'année, en kWh puis en gigajoules (GJ).
3. Le foyer consomme 4500 kWh d'électricité par an. La production annuelle couvre-t-elle ce besoin ? Si oui, quel est le surplus (ou le déficit) et pourquoi le foyer reste-t-il tout de même dépendant du réseau (ou d'une batterie) au fil des saisons ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Un pendule simple est constitué d'une boule de masse $m = 0{,}50$ kg suspendue à un fil inextensible de longueur $L = 1{,}25$ m. On écarte le pendule d'un angle $\theta = 60^\circ$ par rapport à la verticale et on le lâche sans vitesse initiale ($g = 10$ N/kg). On choisit comme référence d'énergie potentielle $E_p = 0$ au point le plus bas de la trajectoire.

1. Montrer par géométrie que la hauteur initiale h_0 de la boule au-dessus du point le plus bas vaut $h_0 = L(1 - \cos\theta)$, puis calculer h_0 et $E_p(0)$.
2. En l'absence de frottements, calculer la vitesse maximale de la boule lors de son passage à la verticale.
3. En réalité, à cause de la résistance de l'air, le pendule perd 10% de son énergie mécanique à chaque demi-oscillation (un aller simple). Quelle énergie mécanique reste-t-il après une oscillation complète (aller-retour), et à quelle hauteur maximale h_2 remonte-t-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

On compare deux ampoules fournissant exactement la même **puissance lumineuse utile** de 3,0 W :

- une ancienne ampoule à incandescence consommant une puissance électrique de 60 W ;

- une ampoule LED consommant une puissance électrique de 9,0 W.

1. Calculer le rendement lumineux de chaque ampoule.
2. Pour une utilisation de 1000 heures par an, calculer l'énergie électrique consommée et l'énergie dissipée sous forme thermique (chaleur) par chacune des deux ampoules (en kWh).
3. Au tarif de 0,28 CHF/kWh, quelle économie financière annuelle réalise-t-on en remplaçant 10 ampoules à incandescence par 10 ampoules LED ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Une maison a besoin de $Q_{\text{besoin}} = 12\,600$ kWh d'énergie thermique par an pour son chauffage. On compare deux systèmes :

- **Système A** : des radiateurs électriques directs (effet Joule, rendement 100%).
- **Système B** : une pompe à chaleur (PAC) géothermique dont le coefficient de performance vaut COP = 3,5, défini par $\text{COP} = \frac{Q_{\text{fournie}}}{E_{\text{électrique consommée}}}$.

1. Quelle énergie électrique consomme le système A sur l'année ?
2. Quelle énergie électrique consomme le système B pour fournir les mêmes 12 600 kWh de chaleur ?
3. Comment un COP = 3,5 (supérieur à 1) reste-t-il parfaitement compatible avec le principe de conservation de l'énergie ? Calculer l'énergie prélevée dans le sol sur l'année.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

Une bille descend un plan incliné sans frottement. Quelle transformation d'énergie domine ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Un ressort comprimé se détend et lance un chariot. Quelle réserve d'énergie diminue pendant le lancement ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Une LED reçoit 10 J d'énergie électrique et fournit 3 J sous forme de lumière. Dans un bilan où tout le reste devient thermique, combien de joules sont dissipés ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

En freinant, un vélo ralentit et ses patins chauffent. D'où provient principalement l'énergie thermique ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

Une masse de 2 kg descend sans frottement sur 3 m de dénivelé. Avec g = 10 N/kg, quel gain d'énergie cinétique ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

Un chariot de 2 kg a une vitesse de 5 m/s. Calcule son énergie cinétique.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Une pierre est lancée verticalement vers le haut. En négligeant l'air, qu'advient-il de son énergie cinétique au sommet ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

Un panneau photovoltaïque alimente un moteur qui soulève une charge. Quelles formes d'énergie relient le Soleil à la charge ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Une machine reçoit 500 J et transfère 350 J d'énergie utile. Quel est son rendement ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Un chariot double sa vitesse sans changer de masse. Par quel facteur son énergie cinétique change-t-elle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Une alpiniste de 60 kg (équipement compris) gravit 1 000 m de dénivelé ($g = 10$ N/kg).

1. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur gagnée, en kJ puis en kWh.
2. Ses muscles ont un rendement d'environ 25 %. Quelle énergie chimique doit-elle dépenser ?
3. Une barre de chocolat de 100 g fournit environ 2 200 kJ. Combien de barres cela représente-t-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

On lâche une pierre depuis le haut d'une falaise de 20 m ($g = 10$ N/kg, frottements négligés).

1. Quelle transformation d'énergie a lieu pendant la chute ?
2. Calculer la vitesse de la pierre en bas, en m/s puis en km/h.
3. Cette vitesse dépend-elle de la masse de la pierre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

Une voiture de 1 000 kg roule à 50 km/h, puis à 100 km/h ($g = 10$ N/kg).

1. Calculer son énergie cinétique dans les deux cas.
2. Par combien l'énergie est-elle multipliée quand la vitesse double ?
3. De quelle hauteur faudrait-il faire tomber la voiture pour qu'elle atteigne ces vitesses ? Commenter du point de vue de la sécurité routière.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

On lâche la boule d'un pendule depuis une hauteur de 20 cm au-dessus de son point le plus bas ($g = 10$ N/kg, frottements négligés).

1. Quelle est sa vitesse au point le plus bas ?

2. Jusqu'à quelle hauteur remonte-t-elle de l'autre côté ?
3. En réalité, les oscillations diminuent peu à peu. Pourquoi ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Un ressort de constante $k = 200$ N/m est comprimé de 10 cm. L'énergie élastique stockée vaut $E_e = \frac{1}{2}kx^2$. Il sert à lancer verticalement une bille de 50 g ($g = 10$ N/kg).

1. Calculer l'énergie élastique stockée.
2. À quelle hauteur la bille peut-elle monter (frottements négligés) ?
3. Que devient cette hauteur si l'on comprime le ressort de 20 cm ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Dans une centrale hydroélectrique, l'eau d'un lac tombe de 500 m jusqu'aux turbines ($g = 10$ N/kg, 1 m^3 d'eau a une masse de 1 000 kg).

1. Calculer l'énergie potentielle libérée par 1 m^3 d'eau, en J puis en kWh.
2. La centrale a un rendement de 90 %. Quelle énergie électrique produit chaque m^3 ?
3. Combien de m^3 faut-il pour couvrir la consommation annuelle d'un ménage (4 500 kWh) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

Une voiture de 1 200 kg freine de 72 km/h jusqu'à l'arrêt. Toute son énergie cinétique est transformée en chaleur dans les 4 disques de frein en acier (5 kg chacun, $c = 450$ J/(kg $\cdot$ °C)).

1. Calculer l'énergie cinétique initiale.
2. Calculer l'élévation de température des disques.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

L'électricité d'une centrale thermique parvient à un moteur électrique selon la chaîne suivante :

- centrale (énergie chimique $\to$ électrique) : rendement 40 % ;
- lignes de transport : rendement 90 % ;
- moteur (électrique $\to$ mécanique) : rendement 85 %.

1. Calculer le rendement global.
2. Sur 1 000 J d'énergie chimique, combien de joules deviennent de l'énergie mécanique ? Sous quelle forme est perdu le reste ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Un wagonnet de montagnes russes de 500 kg part à l'arrêt d'une hauteur de 30 m. Au point B, situé à 10 m de hauteur, il roule à 18 m/s ($g = 10$ N/kg).

1. Calculer la diminution d'énergie potentielle entre le départ et B.
2. Calculer l'énergie cinétique en B.
3. Quelle énergie a été dissipée par les frottements ? Quel pourcentage cela représente-t-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

Une balle lâchée d'une hauteur de 2 m perd 20 % de son énergie mécanique à chaque rebond.

1. Calculer la hauteur atteinte après chacun des trois premiers rebonds.
2. Après combien de rebonds remonte-t-elle à moins de 50 cm ?
3. Où est passée l'énergie perdue ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site