

Chapitre 3

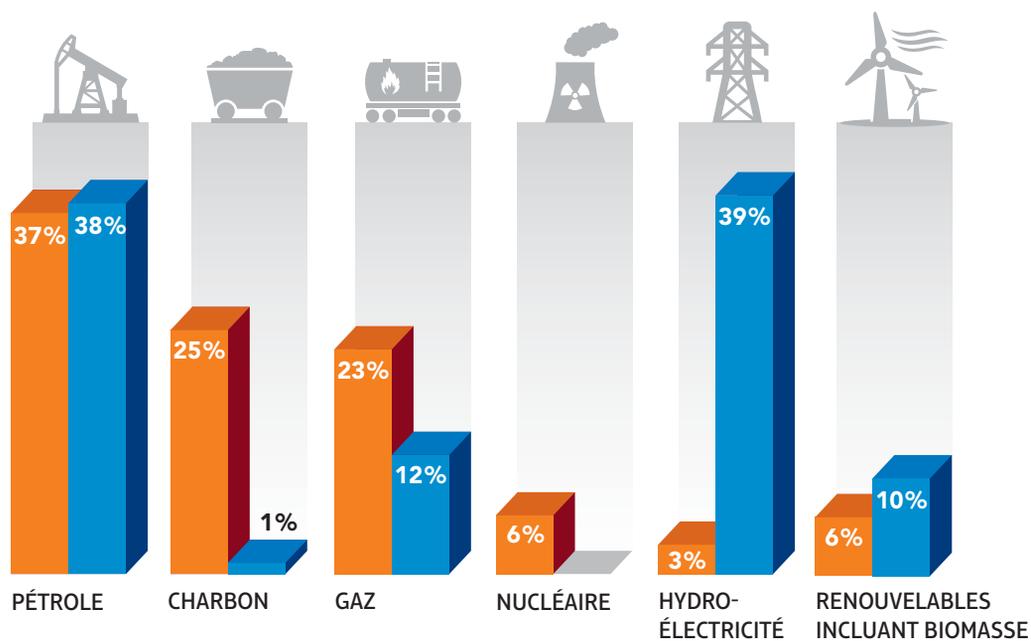
L'ÉNERGIE ET SES MANIFESTATIONS

La principale source d'énergie de la Terre est le Soleil.

Toutefois, la principale source d'énergie exploitée par l'humain est le pétrole.

SOURCES D'ÉNERGIE UTILISÉES
DANS LE MONDE ET AU QUÉBEC

 DANS LE MONDE
 AU QUÉBEC



Dans le **monde**, la
consommation d'énergie
est en moyenne de

79 GJ

(ou 79 000 000 000 J)

par habitant par an.

Au **Canada**, la
consommation d'énergie
est en moyenne de

312 GJ

(312 000 000 000 J)

par habitant par an.

L'ÉNERGIE ET LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE



1 Quelle est l'unité de mesure de l'énergie?

Le joule (J).

2 a) Qu'est-ce qui différencie un transfert d'énergie d'une transformation d'énergie?

Un transfert d'énergie est le passage de l'énergie d'un milieu à un autre, alors qu'une transformation d'énergie est le passage de l'énergie d'une forme à une autre.

b) Qu'est-ce que la loi de la conservation de l'énergie? Explique ta réponse en donnant un exemple.

L'énergie ne peut être ni créée ni détruite : elle peut seulement être transférée ou transformée. La quantité totale d'énergie d'un système isolé demeure toujours constante. Par exemple, l'énergie électrique produite par la pile d'un téléphone cellulaire est transformée en énergies lumineuse, sonore et thermique. Le total de ces trois formes d'énergie ne peut pas être plus grand que la quantité d'énergie électrique produite par la pile.

3 Indique la forme d'énergie qui correspond à chacune des définitions suivantes.

Énergie chimique
Énergie éolienne
Énergie rayonnante

Énergie élastique
Énergie hydraulique
Énergie sonore

Énergie électrique
Énergie nucléaire
Énergie thermique

a) Énergie résultant du mouvement désordonné de toutes les particules d'une substance.

Énergie thermique.

b) Énergie contenue et transportée par une onde électromagnétique.

Énergie rayonnante.

c) Énergie résultant du mouvement de l'air.

Énergie éolienne.

d) Énergie résultant du mouvement d'un cours d'eau.

Énergie hydraulique.

e) Énergie contenue et transportée par un bruit.

Énergie sonore.

f) Énergie emmagasinée dans le noyau des atomes.

Énergie nucléaire.

g) Énergie emmagasinée dans les liaisons d'une molécule.

Énergie chimique.

h) Énergie résultant du mouvement ordonné des électrons d'un atome à un autre.

Énergie électrique.

i) Énergie emmagasinée dans un objet, due à sa compression ou à son étirement.

Énergie élastique.

- 4 a) Qu'est-ce que le rendement énergétique?
C'est le pourcentage d'énergie consommée par une machine ou un système qui a été transformée en énergie utile.

- b) Quelle formule utilise-t-on pour calculer le rendement énergétique?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

- 5 Nomme deux formes d'énergie qui peuvent être associées à chacun des exemples suivants.

- a) Un téléphone cellulaire: Exemples de réponses. Énergie électrique, énergie chimique, énergie rayonnante, énergie sonore.

- b) Une bougie: Exemples de réponses. Énergie chimique, énergie rayonnante, énergie thermique.

- 6 Remplis le tableau suivant en indiquant, selon le cas, s'il s'agit d'un transfert d'énergie ou d'une transformation d'énergie. Puis, précise la forme d'énergie qui est transférée ou les formes d'énergie qui sont associées à une transformation.

Exemple	Transfert ou transformation d'énergie?	Formes d'énergie
Un glaçon dans un verre d'eau	Transfert d'énergie.	Énergie thermique.
Une ampoule	Transformation d'énergie.	Énergie électrique, énergie rayonnante, énergie thermique.
Un écran d'ordinateur	Transformation d'énergie.	Énergie électrique, énergie rayonnante.
Les miroirs dans un télescope	Transfert d'énergie.	Énergie rayonnante.

- 7 Dans une station de traitement des eaux usées, les moteurs du système de pompage ont un rendement énergétique de 35%. Quelle quantité d'énergie ces moteurs consomment-ils pour fournir 2448 kJ d'énergie utile?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Donc, Quantité d'énergie consommée} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Rendement énergétique}} \times 100$$

$$\text{Quantité d'énergie consommée} = \frac{2448 \text{ kJ}}{35} \times 100 = 6994 \text{ kJ}$$

Réponse: Ces moteurs consomment $7,0 \times 10^3$ kJ.

- 8 Un panneau solaire photovoltaïque vient d'être installé sur le toit d'une école. Il consomme 12 000 kJ d'énergie rayonnante pour produire 5400 kJ d'énergie électrique utile.

a) Quel est le rendement énergétique de ce panneau solaire ?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{5400 \text{ kJ}}{12\,000 \text{ kJ}} \times 100$$

$$\text{Rendement énergétique} = 45\%$$

Réponse: Le rendement énergétique de ce panneau solaire est de 45%.

b) Ce panneau solaire transfère-t-il l'énergie ou la transforme-t-il ? Explique ta réponse.

Ce panneau solaire transforme l'énergie, car l'énergie passe d'une forme à une autre :

l'énergie rayonnante est transformée en énergie électrique.

c) L'énergie consommée par ce panneau solaire n'est pas entièrement utilisée pour produire de l'électricité. Le reste de cette énergie est-il perdu ? Explique ta réponse.

Non, le reste de cette énergie n'est pas perdu. Le reste de l'énergie consommée se

transforme en une autre forme d'énergie ou se dissipe dans l'environnement.

- 9 Le Club éco-énergie s'est donné pour mission de renseigner la population sur le rendement énergétique de certains appareils électriques. Il a préparé un dépliant contenant des conseils pour l'achat, l'installation et l'utilisation d'une sècheuse. Explique en quoi chacun des conseils suivants permet d'augmenter le rendement énergétique d'une sècheuse.

a) Utiliser un tuyau d'évacuation rigide, le plus court et le plus droit possible.

Le moteur forcera moins pour évacuer l'air humide à l'extérieur.

b) Nettoyer régulièrement le filtre à charpie.

La circulation d'air sera plus efficace.

c) Choisir un cycle qui permet à la sècheuse de s'arrêter automatiquement en fonction du taux d'humidité.

La sècheuse ne fonctionnera pas inutilement et utilisera ainsi moins d'énergie.

d) Choisir une sècheuse avec un système à entraînement direct pour transmettre le mouvement du moteur à la cuve plutôt qu'un système à courroie et à poulies.

Puisqu'il n'y a pas d'organe intermédiaire, il y a moins de perte d'énergie lors de

la transmission du mouvement entre le moteur et la cuve.

- 10 Lors d'un freinage, les freins d'une voiture consomment 1200 kJ. La moitié de l'énergie mécanique des freins est transférée aux roues, alors que l'autre moitié de l'énergie se dissipe dans l'environnement sous forme de chaleur.

a) Quelle est la quantité d'énergie utile des freins de cette voiture ?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Donc, Quantité d'énergie utile} = \frac{\text{Rendement énergétique} \times \text{Quantité d'énergie consommée}}{100}$$

$$\text{Quantité d'énergie utile} = \frac{50 \times 1200 \text{ kJ}}{100}$$

$$\text{Quantité d'énergie utile} = 600 \text{ kJ}$$

Réponse: La quantité d'énergie utile des freins est de $6,0 \times 10^2$ (ou 600) kJ.

- b) Des ingénieurs tentent de mettre au point un système qui permettrait de récupérer 90 % de l'énergie thermique produite par les freins. L'énergie ainsi récupérée servirait à produire de l'électricité pour alimenter le moteur du véhicule. Grâce à l'installation de ce système, quel serait le rendement énergétique des freins de cette voiture ?

$$\text{Rendement énergétique total} = \text{Rendement énergétique des freins} + \text{Récupération de l'énergie thermique}$$

$$\text{Rendement énergétique total} = 50 \% + (90 \% \times 50 \%)$$

$$\text{Rendement énergétique total} = 50 \% + 45 \%$$

$$\text{Rendement énergétique total} = 95 \%$$

Réponse: Le rendement énergétique des freins serait de 95 %.

- 11 Le moteur d'une voiture a un rendement énergétique de 20%. Si la quantité d'énergie consommée par ce moteur est de 36 000 kJ par litre d'essence, quelle est la quantité d'énergie utile fournie par litre d'essence ?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Donc, Quantité d'énergie utile} = \frac{\text{Rendement énergétique} \times \text{Quantité d'énergie consommée}}{100}$$

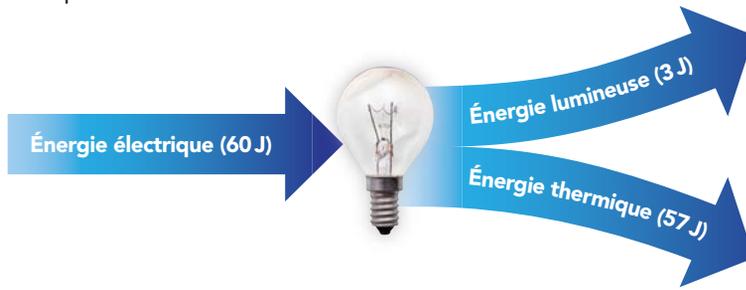
$$\text{Quantité d'énergie utile} = \frac{20 \times 36\,000 \text{ kJ}}{100}$$

$$\text{Quantité d'énergie utile} = 7200 \text{ kJ}$$

Réponse: La quantité d'énergie utile est de $7,2 \times 10^3$ (ou 7200) kJ par litre d'essence.

12 Calcule le rendement énergétique de chacune de ces ampoules.

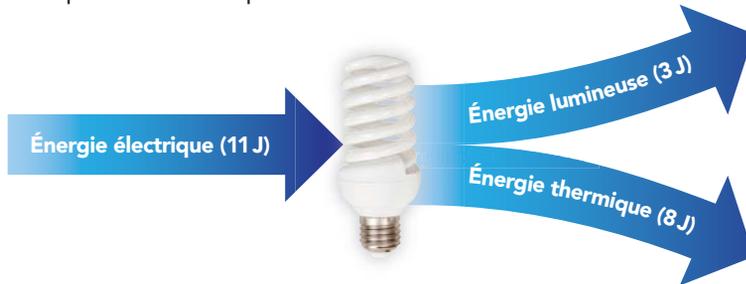
a) L'ampoule incandescente.



$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Énergie utile}}{\text{Énergie consommée}} \times 100 = \frac{3 \text{ J}}{60 \text{ J}} \times 100 = 5\%$$

Réponse: Le rendement énergétique de l'ampoule incandescente est de 5%.

b) L'ampoule fluocompacte.



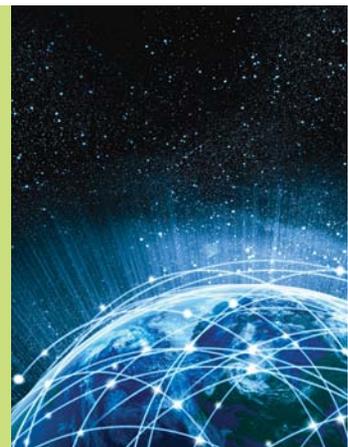
$$\text{Rendement énergétique} = \frac{3 \text{ J}}{11 \text{ J}} \times 100 = 27\%$$

Réponse: Le rendement énergétique de l'ampoule fluocompacte est de 27%.

MYTHE OU RÉALITÉ?

Effectuer des recherches sur l'internet consomme beaucoup d'énergie.

RÉALITÉ. L'utilisation de l'internet représente 1,5% de la consommation mondiale d'électricité, soit l'équivalent de la production de 30 centrales nucléaires. Et elle ne cesse d'augmenter. Certains centres de traitement de données consomment autant d'énergie qu'une ville américaine d'environ 40 000 habitants! Un des grands enjeux est lié au rendement énergétique des serveurs: une partie de l'énergie électrique consommée est dissipée sous forme de chaleur. En plus d'être inutile, cette chaleur entraîne une seconde dépense énergétique: celle nécessaire pour refroidir les unités pour éviter qu'elles ne surchauffent.



L'ÉNERGIE THERMIQUE



Pages 73 à 75



Annexe 2, La capacité thermique massique de quelques substances, p. 322

1 Que suis-je ?

a) Je suis l'énergie que possède une substance en raison de la quantité de particules qu'elle contient et de leur température.

Énergie thermique.

b) Je suis une mesure du degré d'agitation des particules d'une substance.

Température.

c) Je suis un transfert d'énergie thermique entre deux milieux de températures différentes.

Chaleur.

2 Complète la phrase suivante.

Lorsqu'il y a un transfert d'énergie thermique d'un milieu à un autre, la chaleur passe du milieu ayant la température la plus élevée au milieu ayant la température la plus basse.

3 Quel est l'effet de chacune des situations suivantes sur l'énergie thermique ? Y a-t-il une augmentation ou une diminution de l'énergie thermique, ou n'y a-t-il aucun changement ?

Situation	Augmentation	Diminution	Aucun changement
Augmenter la quantité de particules.	✓		
Diminuer la température de la substance.		✓	
Augmenter la température de la substance.	✓		
Diminuer la quantité de particules.		✓	
Augmenter la masse de la substance de 50 %.	✓		
Faire passer la masse de la substance de 350 g à 325 g.		✓	
Faire passer la température de la substance de 5 °C à 12 °C.	✓		
Refroidir la température de la substance de 0,5 °C.		✓	

STE 4 a) Qu'est-ce que la capacité thermique massique ?

C'est la quantité d'énergie thermique qu'il faut fournir à un gramme d'une substance pour augmenter sa température de un degré Celsius.

b) La capacité thermique massique est une propriété caractéristique. Explique pourquoi.

La capacité thermique massique est une propriété caractéristique parce que chaque substance possède sa propre capacité thermique massique.

5 Il y a -419 J en jeu lorsque la température de $25,0 \text{ g}$ d'eau passe de $22,0 \text{ °C}$ à $18,0 \text{ °C}$.

- a) Quelle formule permet de calculer la variation d'énergie thermique de l'eau? Précise la valeur et les unités de mesure de chacune des variables.

$$Q = mc\Delta T = -419 \text{ J}$$

$$m = 25,0 \text{ g}$$

$$c = 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 18,0 \text{ °C} - 22,0 \text{ °C} = -4,0 \text{ °C}$$

- b) Quel mot est un synonyme de « variation d'énergie thermique »?

Chaleur.

- c) Dans cette situation, l'énergie est-elle absorbée ou dégagée par l'eau? Explique ta réponse.

L'énergie est dégagée par l'eau, puisque sa température diminue.

6 Indique si les descriptions suivantes s'appliquent à la chaleur (C) ou à la température (T).

- a) Un feu de foyer permet de chauffer toutes les pièces de la maison. C
- b) Demain, la météo prévoit un maximum de 22 °C . T
- c) La météo annonce l'arrivée d'un courant d'air froid. C

7 Un thermomètre permet-il de mesurer la chaleur d'une substance? Explique ta réponse.

Non, un thermomètre ne mesure pas la chaleur d'une substance. Un thermomètre mesure la température. La température ne tient compte que de la vitesse des particules, tandis que l'énergie thermique tient aussi compte de la quantité de particules.

8 Lorsqu'on tient un cube de glace dans la main, de quelle façon s'effectue le transfert d'énergie thermique?

Comme la température du corps est plus élevée que celle du cube de glace, la chaleur est transférée de la main, le milieu dont la température est la plus élevée, au cube de glace, le milieu dont la température est la moins élevée.

9 Pour chacun des énoncés suivants, indique s'il est vrai ou faux et explique pourquoi.

- a) Un bloc de 10 g de cuivre chauffé à 150 °C est nécessairement capable de transférer plus de chaleur que 2 L d'eau à 45 °C.

Faux. La chaleur ne dépend pas uniquement de la température, mais aussi de la quantité et de la nature de la substance.

- b) Au-dessous de 0 °C, une substance ne peut plus transférer de chaleur.

Faux. Même sous zéro, la chaleur continue d'être transférée d'un milieu dont la température est plus élevée vers un autre où elle est moindre.

- c) Une substance dont la température est passée de 25 °C à 10 °C a perdu de la chaleur.

Vrai. En effet, lorsque la température d'une substance diminue, cela signifie qu'elle a dégagé de la chaleur vers un autre milieu.

STE 10 Parmi les substances présentées dans le tableau de la capacité thermique massique, reproduit à l'annexe 2 de ce cahier :

- a) quelle substance se réchauffe le plus rapidement ?

Le tungstène.

- b) quelle substance a besoin d'une plus grande variation d'énergie thermique pour que sa température augmente ?

L'eau liquide.

STE 11 a) Quelle est la variation d'énergie thermique de l'eau d'une baignoire dont la température passe de 30 °C à 27 °C et dont la masse est de 20 kg ?

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 20\,000 \text{ g} \times 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (27 - 30) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = -251\,400 \text{ J}$$

Réponse: La variation d'énergie thermique de l'eau est de $-2,5 \times 10^5 \text{ J}$.

- b) L'eau de cette baignoire a-t-elle absorbé ou dégagé de la chaleur? Explique ta réponse.

L'eau a dégagé de la chaleur, étant donné que la variation d'énergie thermique est négative.

- STE 12 a)** Émile possède un morceau de cuivre de 750 g. Il veut augmenter la température de ce morceau de 80,0 °C. Quelle quantité d'énergie thermique sera nécessaire ?

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 750 \text{ g} \times 0,38 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 80,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 22\,800 \text{ J}$$

Réponse: Il faudra 22 800 J (ou $2,28 \times 10^4$ J).

- b)** Si Émile fournit 20 000 J d'énergie à ce morceau de cuivre, de combien de degrés augmentera-t-il sa température ?

$$Q = mc\Delta T$$

$$\text{Donc, } \Delta T = \frac{Q}{mc}$$

$$\Delta T = \frac{20\,000 \text{ J}}{750 \text{ g} \times 0,38 \text{ J/g}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T = 70,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Réponse: Il augmentera sa température de 70 °C.

- c)** Émile remplace ce morceau de cuivre par un morceau d'aluminium de 750 g dont la capacité thermique massique est de 0,89 J/g°C. S'il fournit 20 000 J d'énergie à ce nouveau morceau, de combien de degrés augmentera-t-il sa température ?

$$Q = mc\Delta T$$

$$\text{Donc, } \Delta T = \frac{Q}{mc}$$

$$\Delta T = \frac{20\,000 \text{ J}}{750 \text{ g} \times 0,89 \text{ J/g}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Réponse: Il augmentera sa température de 30 °C.

- d)** Quel morceau refroidira le plus rapidement: celui de cuivre ou d'aluminium ? Explique ta réponse.

Le morceau de cuivre, car sa capacité thermique massique est moins grande. Le cuivre refroidit donc plus rapidement que l'aluminium.

- STE 13** Sophie a déterminé qu'il faut fournir une énergie thermique de 34,2 J à 15 g d'une substance pour faire augmenter sa température de 9,5 °C. De quelle substance s'agit-il?

$$Q = mc\Delta T$$

$$\text{Donc, } c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

$$c = \frac{34,2 \text{ J}}{15 \text{ g} \times 9,5 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$c = 0,24 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, ce qui correspond à la capacité thermique massique de l'argent.

Réponse: Il s'agit de l'argent.

- STE 14** Un test en laboratoire montre qu'une bûche d'érable de 800 g doit absorber 457 600 J pour s'enflammer.

- a) Quelle variation de température cette bûche doit-elle subir pour prendre feu?

$$Q = mc\Delta T$$

$$\text{Donc, } \Delta T = \frac{Q}{mc}$$

$$\Delta T = \frac{457 \ 600 \text{ J}}{800 \text{ g} \times 1,76 \text{ J/g}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T = 325 \text{ }^\circ\text{C}$$

Réponse: La bûche doit subir une variation de température de 325 °C.

- b) Si, lors de ce test, la température initiale de la bûche est de 24 °C, quelle est sa température finale au moment où elle s'enflamme?

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\text{Donc, } T_f = \Delta T + T_i$$

$$T_f = 325 \text{ }^\circ\text{C} + 24 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f = 349 \text{ }^\circ\text{C}$$

Réponse: Sa température finale est de 349 °C.

L'ÉNERGIE CINÉTIQUE ET L'ÉNERGIE POTENTIELLE



STE 1 Que suis-je ?

a) Je suis l'énergie emmagasinée dans un objet en raison de sa masse et de sa hauteur par rapport à une surface de référence.

Énergie potentielle gravitationnelle.

b) Je suis l'énergie que possède un objet en raison de son mouvement.

Énergie cinétique.

STE 2 Complète ces deux formules et remplis le tableau ci-dessous. Précise la signification des symboles et donne les symboles de leurs unités de mesure.

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_p = mgh$$

Symbole	Signification du symbole	Symbole de l'unité de mesure
E_k	Énergie cinétique.	J
E_p	Énergie potentielle gravitationnelle.	J
g	Intensité du champ gravitationnel.	N/kg
h	Hauteur de l'objet (par rapport à une surface de référence).	m
m	Masse de l'objet.	kg
v	Vitesse de l'objet.	m/s

STE 3 Dans les exemples suivants, indique si les personnes ou les objets possèdent principalement de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle gravitationnelle, ou encore les deux types d'énergie.

Situation	Énergie cinétique	Énergie potentielle gravitationnelle
Une skieuse s'apprêtant à dévaler une pente.		✓
Une flèche projetée à l'aide d'un arc.	✓	✓
Un piano suspendu à une grue.		✓
Une boule de billard roulant sur une table.	✓	
Un cycliste montant une côte.	✓	✓

- STE 4** Une voiture de 1600 kg se déplace à une vitesse de 10 m/s (36 km/h). Quelle quantité d'énergie cinétique cette voiture possède-t-elle ?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 1600 \text{ kg} \times (10 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 80\,000 \text{ J}$$

Réponse: La voiture possède 80 000 (ou $8,0 \times 10^4$) J d'énergie cinétique.

- STE 5** Un ballon de soccer de 0,5 kg se déplace à une vitesse de 20 m/s (72 km/h) et possède une énergie cinétique de 100 J. Que deviendra la quantité d'énergie cinétique obtenue si on effectue chacune des modifications suivantes ?

- | | |
|------------------------------------------------------------|---------------|
| a) On remplace le ballon par une boule de quilles de 5 kg. | <u>1000 J</u> |
| b) On remplace le ballon par une balle de tennis de 50 g. | <u>10 J</u> |
| c) On augmente la vitesse du ballon à 40 m/s. | <u>400 J</u> |
| d) On diminue la vitesse du ballon à 4 m/s. | <u>4 J</u> |

- STE 6** Gabrielle, qui se rend à l'école à pied, possède une énergie cinétique de 43,2 J. Si sa masse est de 60 kg, quelle est sa vitesse ?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{43,2 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 60 \text{ kg}}} = 1,2 \text{ m/s}$$

Réponse: La vitesse de Gabrielle est de 1,2 m/s.

- STE 7** Lors d'un test de collision, une technicienne détermine qu'une voiture roulant à 57,60 km/h possède une énergie cinétique de 224 256 J au moment de l'impact. Quelle était la masse du mannequin d'essai installé dans la voiture, si la masse de la voiture est de 1680 kg ?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } m = \frac{E_k}{\frac{1}{2} v^2}$$

$$v = 57,60 \text{ km/h} = 16,00 \text{ m/s}$$

$$m_{\text{totale}} = \frac{224\,256 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times (16,00 \text{ m/s})^2} = 1752 \text{ kg}$$

$$m_{\text{mannequin}} = 1752 \text{ kg} - 1680 \text{ kg} = 72 \text{ kg}$$

Réponse: La masse du mannequin était de 72 kg.

STE 8 Dans différentes disciplines sportives, les participants lancent ou frappent des ballons, des balles ou des rondelles qui peuvent atteindre des vitesses très élevées.

- a) À partir des données suivantes, détermine lequel des objets peut atteindre la plus grande vitesse maximale.

Équipement sportif	Masse (en kg)	Énergie cinétique (en J)	Vitesse maximale (en m/s)
Ballon de soccer	0,450	260,1	34,0
Balle de golf	0,046	194,7	92,0
Balle de tennis	0,057	102,6	60,0
Ballon de basketball	0,650	105,3	18,0
Balle de squash	0,025	61,3	70,0
Rondelle de hockey	0,170	172,1	45,0

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}}$$

$$v_{\text{ballon de soccer}} = \sqrt{\frac{260,1 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,450 \text{ kg}}} = 34,0 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{ballon de basketball}} = \sqrt{\frac{105,3 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,650 \text{ kg}}} = 18,0 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{balle de golf}} = \sqrt{\frac{194,7 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,046 \text{ kg}}} = 92,0 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{balle de squash}} = \sqrt{\frac{61,3 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,025 \text{ kg}}} = 70,0 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{balle de tennis}} = \sqrt{\frac{102,6 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,057 \text{ kg}}} = 60,0 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{rondelle de hockey}} = \sqrt{\frac{172,1 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 0,170 \text{ kg}}} = 45,0 \text{ m/s}$$

Réponse: La balle de golf peut atteindre la plus grande vitesse maximale.

- b) Sachant qu'il y a 3600 secondes dans une heure, exprime la vitesse de cet objet en km/h.

$$92,0 \text{ m/s} = \frac{0,0920 \text{ km}}{1/3600 \text{ h}} = 331,2 \text{ km/h}$$

Réponse: La balle de golf peut atteindre une vitesse de 331 km/h.

- STE 9 a)** Au sommet d'un tremplin de 3,000 m, quelle est l'énergie potentielle d'un plongeur dont la masse est de 68,00 kg?

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 68,00 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} \times 3,000 \text{ m}$$

$$E_p = 1999,2 \text{ J}$$

Réponse: Le plongeur a une énergie potentielle de 1999 J.

- b)** Au sommet d'un tremplin de 10,00 m, quelle est l'énergie potentielle du même plongeur?

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 68,00 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} \times 10,00 \text{ m}$$

$$E_p = 6664 \text{ J}$$

Réponse: Le plongeur a une énergie potentielle de 6664 J.

- c)** Si le plongeur possède une énergie cinétique de 5998 J lorsqu'il se trouve à 1 m de la surface de l'eau, de quel tremplin a-t-il plongé? De celui de 3 m ou de celui de 10 m? Explique ta réponse.

Il a plongé du tremplin de 10 m, puisque l'énergie cinétique ne peut pas être plus grande que l'énergie potentielle de départ. Cela serait en effet contraire à la loi de la conservation de l'énergie.

- d)** Quelle serait la vitesse de ce plongeur à 1 m de la surface de l'eau? Exprime ta réponse en km/h.

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}}$$

$$= \sqrt{\frac{5998 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 68,00 \text{ kg}}} = 13,28 \text{ m/s}$$

$$13,28 \text{ m/s} = \frac{0,013 28 \text{ km}}{1/3600 \text{ h}} = 47,81 \text{ km/h}$$

Réponse: La vitesse du plongeur serait de 47,81 km/h.

STE 10 Thomas lance vers le ciel une balle de 145 g à une vitesse initiale de 30 m/s à partir de 1,2 m du sol.

a) Quelle est l'énergie cinétique de la balle au moment du lancer?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 0,145 \text{ kg} \times (30 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 65,25 \text{ J}$$

Réponse: L'énergie cinétique de la balle est de 65 J.

b) Quelle est l'énergie potentielle de la balle au moment du lancer?

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 0,145 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} \times 1,2 \text{ m}$$

$$E_p = 1,7 \text{ J}$$

Réponse: L'énergie potentielle de la balle est de 1,7 J.

c) Quelle est l'énergie mécanique de la balle?

$$E_m = E_p + E_k$$

$$= 1,7 \text{ J} + 65 \text{ J}$$

$$= 66,7 \text{ J}$$

Réponse: L'énergie mécanique de la balle est de 67 J.

d) Quelle est la hauteur maximale que peut atteindre la balle?

À la hauteur maximale, la vitesse de la balle est nulle. L'énergie mécanique devient alors égale à l'énergie potentielle.

$$E_p = mgh$$

$$\text{Donc, } h = \frac{E_p}{mg} = \frac{67 \text{ J}}{0,145 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg}} = 47,15 \text{ m}$$

Réponse: La balle peut atteindre une hauteur maximale de 47 m.

e) Quelle serait l'énergie potentielle de cette balle à 6,00 m du sol lunaire, si l'intensité du champ gravitationnel sur la Lune est de 1,67 N/kg?

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 0,145 \text{ kg} \times 1,67 \text{ N/kg} \times 6,00 \text{ m}$$

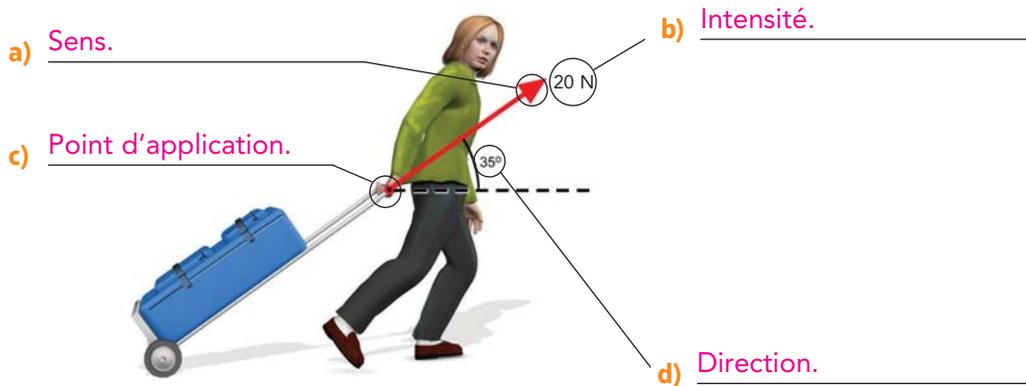
$$E_p = 1,45 \text{ J}$$

Réponse: L'énergie potentielle de la balle serait de 1,45 J.

LE MOUVEMENT ET LES TYPES DE FORCES

STE 1 L'illustration ci-dessous montre la représentation d'une force à l'aide d'une flèche. Complète-la à l'aide de la liste de mots suivante.

Direction	Intensité	Point d'application	Sens
-----------	-----------	---------------------	------



STE 2 Complète les phrases à l'aide des mots suivants.

La force gravitationnelle	L'intensité du champ gravitationnel	La masse	Le poids
---------------------------	-------------------------------------	----------	----------

- a) Le poids est une mesure de la force gravitationnelle exercée sur un objet. Cette mesure dépend de l'intensité du champ gravitationnel.
- b) La masse est une mesure de la quantité de matière d'un objet. Cette mesure ne dépend pas de l'intensité du champ gravitationnel.

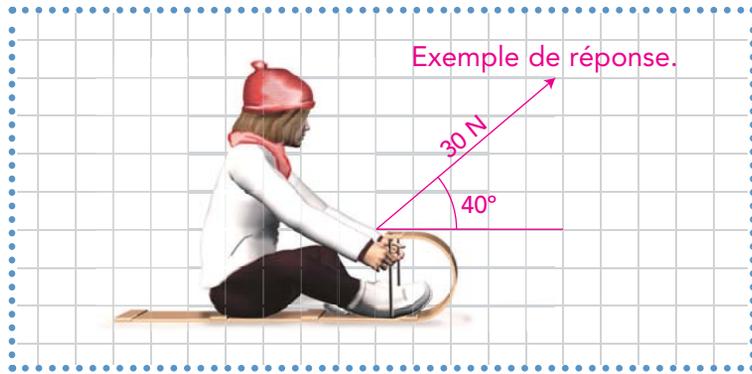
STE 3 a) Indique la formule qui met en relation les concepts de la liste de mots de la question précédente.

$$w = F_g = mg$$

b) Remplis ce tableau pour chacune des variables de la formule.

Symbole	Signification du symbole	Symbole de l'unité de mesure
F_g	Force gravitationnelle.	N
g	Intensité du champ gravitationnel.	N/kg
m	Masse.	kg
w	Poids.	N

- STE 4** Dans l'illustration ci-contre, représente graphiquement une force de 30 N appliquée selon un angle de 40° qui ferait avancer le traîneau.



- STE 5** Les satellites géostationnaires tournent autour de la Terre. Ils sont situés à une orbite de 36 000 km environ, où l'intensité du champ gravitationnel terrestre n'est que de 0,33 N/kg, comparativement à 9,80 N/kg à la surface de la Terre.

- a) Compare la masse de ces satellites à la surface de la Terre et lorsqu'ils tournent autour de la Terre. Explique ta réponse.

La masse des satellites ne varie pas, car la masse correspond à la quantité de matière d'un objet; elle ne dépend pas de l'intensité du champ gravitationnel.

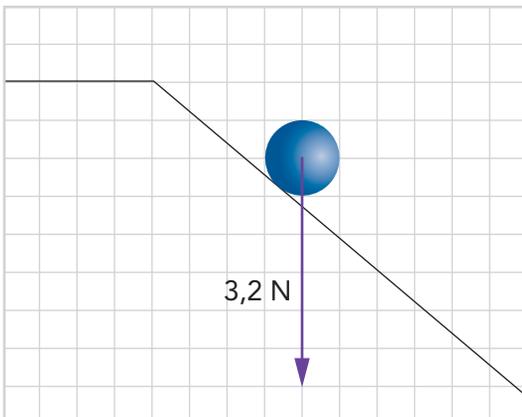
- b) Compare le poids de ces satellites à la surface de la Terre et lorsqu'ils tournent autour de la Terre. Explique ta réponse.

Le poids des satellites diminue autour de la Terre, puisque le champ gravitationnel diminue.

- c) De quelle façon varierait le poids de ces satellites s'ils se rapprochaient de la Terre? Explique ta réponse.

Le poids des satellites augmenterait, puisque l'intensité du champ gravitationnel augmenterait.

- STE 6** Quelle est la masse de la bille montrée sur l'illustration suivante, si l'intensité du champ gravitationnel de la Terre est de 9,80 N/kg et que la force représentée équivaut exactement au poids de la bille ?



$$w = F_g = mg$$

$$\text{Donc, } m = \frac{w}{g}$$

$$m = \frac{3,2 \text{ N}}{9,80 \text{ N/kg}} = 0,33 \text{ kg}$$

Réponse: La bille a une masse de 0,33 kg.

- STE 7** Quelle est l'accélération d'un parachutiste de 90 kg en chute libre? Ne tiens pas compte de la résistance de l'air.

L'accélération de tous les objets en chute libre est de $9,80 \text{ m/s}^2$, peu importe leur masse.

- STE 8** Le 20 juillet 1969, le module lunaire *Eagle* de la mission Apollo 11 s'est posé sur la surface de la Lune. La masse de ce module lunaire était de 15 094 kg.

- a) Sachant que $g_{\text{Terre}} = 9,80 \text{ N/kg}$, détermine le poids du module lunaire avant son décollage de la Terre.

$$w = mg = 15\,094 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} = 147\,921,2 \text{ N}$$

Réponse: Son poids était de 148 000 (ou $1,48 \times 10^5$) N.

- b) Si $g_{\text{Lune}} = 1,67 \text{ N/kg}$, quel était le poids du module lunaire après son atterrissage sur la Lune.

$$w = mg = 15\,094 \text{ kg} \times 1,67 \text{ N/kg} = 25\,206,98 \text{ N}$$

Réponse: Son poids était de 25 200 (ou $2,52 \times 10^4$) N.



Le module lunaire *Eagle*.

- STE 9** Lors d'une expédition sur Mars, un robot a prélevé 2,00 N de roches martiennes. Quel serait le poids de ces roches sur Terre? (L'intensité du champ gravitationnel à la surface de Mars est de 3,72 N/kg.)

$$w = mg$$

$$\text{Donc, } m = \frac{w}{g} = \frac{2,00 \text{ N}}{3,72 \text{ N/kg}} = 0,538 \text{ kg}$$

$$w = 0,538 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} = 5,27 \text{ N}$$

Réponse: Sur Terre, le poids de ces roches serait de 5,27 N.

MYTHE OU RÉALITÉ?

Un pèse-personne est un instrument qui mesure la masse.

MYTHE. Un pèse-personne est en fait un dynamomètre dans lequel le poids est converti en kilogrammes. On obtient donc une estimation de la masse. Si on pèse un objet avec un pèse-personne à différentes altitudes, la masse variera, puisque cet appareil ne tient pas compte des variations de l'intensité du champ gravitationnel. Pour peser un objet avec précision, il est donc préférable d'utiliser une balance à fléaux.

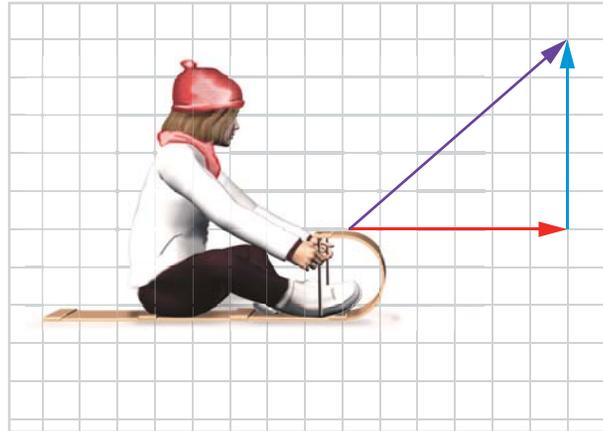


LA FORCE EFFICACE ET LE TRAVAIL



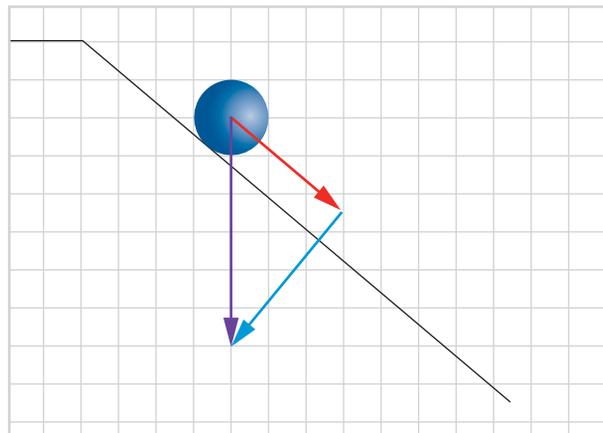
- STE 1** Julien tire ce traîneau. La force qu'il exerce est représentée par la flèche violette sur le schéma. Quelle composante de cette force permet au traîneau de glisser sur le sol? Explique ta réponse.

C'est la composante représentée par la flèche rouge, parce qu'elle est parallèle au sol et donc, parallèle au déplacement du traîneau.



- STE 2** La gravité exerce une force, représentée par la flèche violette, sur cette bille. Quelle composante de cette force permet à la bille de rouler sur le plan incliné? Explique ta réponse.

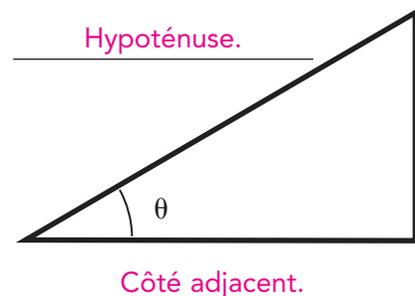
C'est la composante représentée par la flèche rouge, parce qu'elle est parallèle à la surface du plan incliné, et donc parallèle au déplacement de la bille.



- STE 3** Les principes de la trigonométrie sont utiles pour calculer l'intensité de la force efficace. Complète l'illustration et les égalités ci-dessous à l'aide de la liste suivante.

Côté adjacent Côté opposé Hypoténuse

Principes de trigonométrie



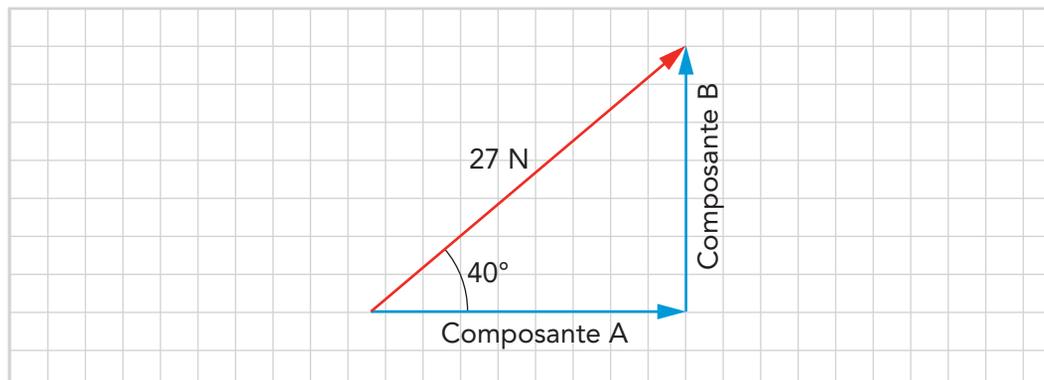
$$\sin \theta = \frac{\text{Côté opposé}}{\text{Hypoténuse}}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{Côté adjacent}}{\text{Hypoténuse}}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{Côté opposé}}{\text{Côté adjacent}}$$

- STE 4** Dans chacune des situations suivantes, la force exercée sur un objet est représentée par une flèche rouge. Détermine d'abord graphiquement, puis à l'aide de la trigonométrie, l'intensité des composantes de cette force, représentées par les flèches bleues.

a)



Détermination graphique :

La flèche rouge, dont l'intensité est de 27 N, mesure 5,4 cm.

La composante A mesure 4,2 cm.

La composante B mesure 3,5 cm.

On a donc :

$$\frac{27 \text{ N}}{5,4 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{4,2 \text{ cm}}$$

On a donc :

$$\frac{27 \text{ N}}{5,4 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{3,5 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{27 \text{ N} \times 4,2 \text{ cm}}{5,4 \text{ cm}} = 21 \text{ N}$$

$$? \text{ N} = \frac{27 \text{ N} \times 3,5 \text{ cm}}{5,4 \text{ cm}} = 17,4 \text{ N}$$

L'intensité de la composante A

est de 21 N.

L'intensité de la composante B

est de 18 N.

Détermination à l'aide de la trigonométrie :

Composante A = Côté adjacent

$$= \cos \theta \times \text{Hypoténuse}$$

$$= \cos 40^\circ \times 27 \text{ N}$$

$$= 20,7 \text{ N}$$

Composante B = Côté opposé

$$= \sin \theta \times \text{Hypoténuse}$$

$$= \sin 40^\circ \times 27 \text{ N}$$

$$= 17,4 \text{ N}$$

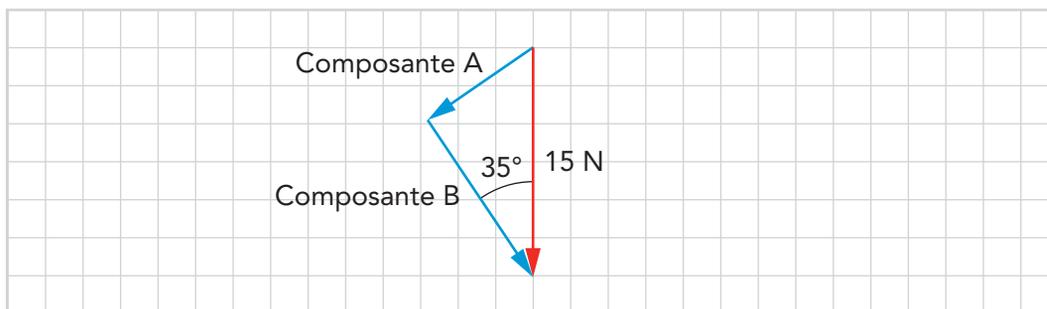
L'intensité de la composante A

est de 21 N.

L'intensité de la composante B

est de 17 N.

b)



Détermination graphique :

La flèche rouge, dont l'intensité est de 15 N, mesure 3,0 cm.

La composante A mesure 1,7 cm.

La composante B mesure 2,5 cm.

On a donc :

$$\frac{15 \text{ N}}{3,0 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{1,7 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{15 \text{ N} \times 1,7 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}} = 8,5 \text{ N}$$

On a donc :

$$\frac{15 \text{ N}}{3,0 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{2,5 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{15 \text{ N} \times 2,5 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}} = 12,5 \text{ N}$$

L'intensité de la composante A

est de 8,5 N.

L'intensité de la composante B

est de 13 N.

Détermination à l'aide de la trigonométrie :

$$\begin{aligned} \text{Composante A} &= \text{Côté opposé} \\ &= \sin \theta \times \text{Hypoténuse} \\ &= \sin 35^\circ \times 15 \text{ N} \\ &= 8,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Composante B} &= \text{Côté adjacent} \\ &= \cos \theta \times \text{Hypoténuse} \\ &= \cos 35^\circ \times 15 \text{ N} \\ &= 12,3 \text{ N} \end{aligned}$$

L'intensité de la composante A

est de 8,6 N.

L'intensité de la composante B

est de 12 N.

- STE 5** Donne la signification des symboles de la formule suivante en précisant les symboles de leurs unités de mesure.

$$W = F//d$$

Symbole	Signification du symbole	Symbole de l'unité de mesure
W	Travail.	J
$F//$	Force ou composante de la force parallèle au déplacement (force efficace).	N
d	Déplacement.	m

STE 6 Victoria tire une boîte avec une force de 30 N selon un angle de 35° par rapport à l'horizontale.

- a) Calcule l'intensité de la force efficace, c'est-à-dire l'intensité de la composante de la force appliquée qui permet à la boîte de glisser sur le sol.

La flèche rouge représente la force efficace.

(Méthode graphique)

La flèche violette, dont l'intensité est de 30 N, mesure 2,0 cm.

La flèche rouge mesure 1,6 cm.

On a donc :

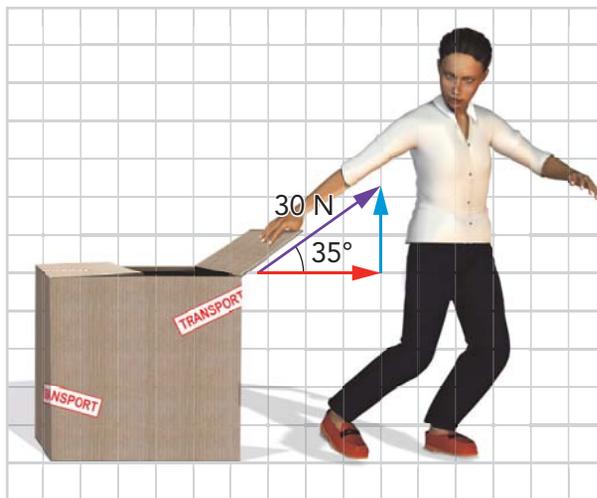
$$\frac{30 \text{ N}}{2,0 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{1,6 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{30 \text{ N} \times 1,6 \text{ cm}}{2,0 \text{ cm}} = 24 \text{ N}$$

(Méthode trigonométrique)

Force efficace = Côté adjacent = $\text{Cos } \theta \times \text{Hypoténuse} = \text{Cos } 35^\circ \times 30 \text{ N} = 24,57 \text{ N}$

Réponse : L'intensité de la force efficace est d'environ 25 N.



- b) Si Victoria tirait la boîte avec la même force, mais selon un angle de 20° par rapport à l'horizontale, quelle serait alors l'intensité de la force efficace ?

La flèche horizontale représente la force efficace.

(Méthode graphique)

La flèche de 20°, dont l'intensité est de 30 N, mesure 2,0 cm.

La flèche horizontale mesure 1,9 cm.

On a donc :

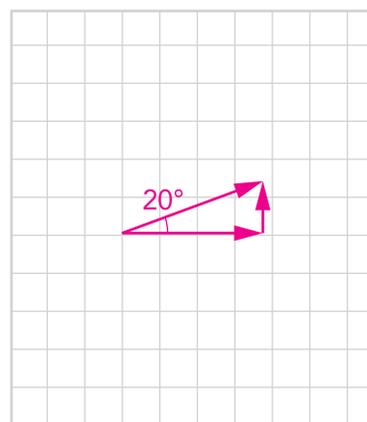
$$\frac{30 \text{ N}}{2,0 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{1,9 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{30 \text{ N} \times 1,9 \text{ cm}}{2,0 \text{ cm}} = 28,5 \text{ N}$$

(Méthode trigonométrique)

Force efficace = Côté adjacent = $\text{Cos } \theta \times \text{Hypoténuse} = \text{Cos } 20^\circ \times 30 \text{ N} = 28,19 \text{ N}$

Réponse : L'intensité de la force efficace est d'environ 28 N.



- c) Si Victoria tirait la boîte selon un angle de 0° par rapport à l'horizontale, quelle serait l'intensité de la force efficace? Explique ta réponse.

La force efficace serait alors de 30 N, soit la même intensité que la force appliquée.

Lorsque la force appliquée est parallèle au déplacement, elle équivaut à la force efficace.

STE 7 Stéphane skie au mont Tremblant. Son poids est de 784 N et la pente de la piste est de 30° .

a) Quelle est l'intensité de la force efficace responsable du glissement de Stéphane ?

La flèche rouge représente la force efficace.

(Méthode graphique)

La flèche violette, dont l'intensité est de 784 N, mesure 4,3 cm.

La flèche rouge mesure 2,2 cm.

On a donc :

$$\frac{784 \text{ N}}{4,3 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{2,2 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{784 \text{ N} \times 2,2 \text{ cm}}{4,3 \text{ cm}} = 401 \text{ N}$$

(Méthode trigonométrique)

$$\begin{aligned} \text{Force efficace} &= \text{Côté opposé} \\ &= \sin \theta \times \text{Hypoténuse} \\ &= \sin 30^\circ \times 784 \text{ N} \\ &= 392 \text{ N} \end{aligned}$$

Réponse : L'intensité de la force efficace est d'environ 400 N.



b) De quelle façon la force efficace varierait-elle si la pente était plus accentuée? Vérifie ta réponse en faisant le calcul avec un angle de 45° .

La flèche qui pointe vers la gauche représente la force efficace.

(Méthode graphique)

La flèche qui pointe vers le bas, dont l'intensité est de 784 N, mesure 4,3 cm.

La flèche qui pointe vers la gauche mesure 3,0 cm.

On a donc :

$$\frac{784 \text{ N}}{4,3 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{3,0 \text{ cm}}$$

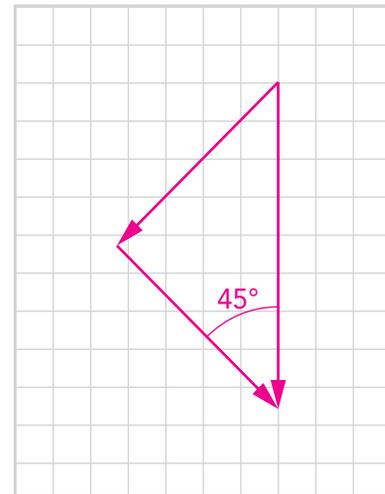
$$? \text{ N} = \frac{784 \text{ N} \times 3,0 \text{ cm}}{4,3 \text{ cm}} = 547 \text{ N}$$

(Méthode trigonométrique)

$$\text{Force efficace} = \text{Côté adjacent} = \cos \theta \times \text{Hypoténuse} = \cos 45^\circ \times 784 \text{ N} = 554,37 \text{ N}$$

Réponse : Avec une pente de 45° , l'intensité de la force efficace est d'environ 550 N

Donc, plus la pente est accentuée, plus l'intensité de la force efficace augmente.



STE 8 Détermine si chacune des situations suivantes correspond ou non à un travail. Explique tes réponses.

- a) Un menuisier frappe sur un clou avec un marteau, mais sans réussir à enfoncer le clou. (On tient compte du clou.)

Il n'y a pas de travail, puisque le clou ne s'est pas déplacé.

- b) Une pomme tombe d'un arbre.

Il y a un travail, puisque la force gravitationnelle a provoqué le déplacement de la pomme.

STE 9 En se rendant à son laboratoire, un enseignant de science pousse un chariot de livres avec une force de 20 N sur une distance de 18 m. La force avec laquelle il pousse le chariot est appliquée parallèlement au sol.

- a) Quel est le travail effectué par l'enseignant sur le chariot ?

$$\begin{aligned} W &= F//d \\ W &= 20 \text{ N} \times 18 \text{ m} \\ W &= 360 \text{ J} \end{aligned}$$

Réponse: Le travail effectué sur le chariot est de 360 J.

- b) Quelle serait la valeur du déplacement si, pour se rendre à un autre local de cours, l'enseignant effectuait un travail de 448 J sur le chariot ?

$$\begin{aligned} W &= F//d \\ \text{Donc, } d &= \frac{W}{F//} = \frac{448 \text{ J}}{20 \text{ N}} = 22,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Réponse: La valeur du déplacement serait de 22 m.

- c) Si l'enseignant parcourait 18 m en effectuant un travail de 500 J sur le chariot, quelle serait l'intensité de la force appliquée ?

$$\begin{aligned} W &= F//d \\ \text{Donc, } F// &= \frac{W}{d} \\ F// &= \frac{500 \text{ J}}{18 \text{ m}} = 27,8 \text{ N} \end{aligned}$$

Réponse: L'intensité de la force appliquée serait de 28 N.

BILAN DU CHAPITRE 3

- 1 Décris les transferts et les transformations subies par l'énergie lorsqu'elle passe du Soleil à l'estomac du garçon. Mentionne la forme d'énergie impliquée dans chaque cas.



- L'énergie solaire est transférée du Soleil au panneau solaire.
- Le panneau solaire transforme l'énergie solaire en énergie électrique.
- L'énergie électrique est transférée du panneau solaire au four à micro-ondes.
- Le four à micro-ondes transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante.
- L'énergie rayonnante est transférée à la pizza.
- Dans la pizza, l'énergie rayonnante est transformée en énergie thermique.
- L'énergie thermique et l'énergie chimique de la pizza sont transférées à l'estomac du garçon.

- 2 a) Les habitants d'une maison utilisent 24 ampoules incandescentes de 50 W pour éclairer leur maison. Si les ampoules incandescentes ont un rendement énergétique de 5% et que les 24 ampoules de la maison consomment un total de 4320 kJ d'énergie, quelle est la quantité d'énergie utile de ces 24 ampoules ?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Donc, Quantité d'énergie utile} = \frac{\text{Rendement énergétique} \times \text{Quantité d'énergie consommée}}{100}$$

$$\text{Quantité d'énergie utile} = \frac{5 \times 4320 \text{ kJ}}{100}$$

$$\text{Quantité d'énergie utile} = 216 \text{ kJ}$$

Réponse: La quantité d'énergie utile des 24 ampoules est de 216 kJ.

- b) On remplace les ampoules incandescentes de ce système d'éclairage par des ampoules fluocompactes de 50 W dont le rendement énergétique est de 20%. Pour l'obtention d'un même éclairage, quelle est l'économie d'énergie réalisée par l'utilisation de ces nouvelles ampoules ?

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Quantité d'énergie utile} &= \frac{216 \text{ kJ}}{20} \times 100 \\ &= 1080 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\text{Économie d'énergie} = 4320 \text{ kJ} - 1080 \text{ kJ} = 3240 \text{ kJ}$$

Réponse: L'économie d'énergie est de 3240 kJ.

- 3 Tu déposes un plat chaud dans le réfrigérateur. Lequel des énoncés suivants est vrai ?

- A. Le plat chaud absorbe le froid provenant de l'air du réfrigérateur.
- B. L'air du réfrigérateur absorbe la chaleur provenant du plat.
- C. Le plat absorbe la température fraîche provenant de l'air du réfrigérateur.
- D. L'air du réfrigérateur absorbe la température provenant du plat chaud.

- 4 Parmi les trois énoncés suivants, trouve l'énoncé qui est faux, puis explique ta réponse.

- A. Un verre d'eau à moitié plein peut contenir plus d'énergie thermique qu'un verre d'eau plein à ras bord.
- B. Lorsque la température d'une substance est de $-5 \text{ }^\circ\text{C}$, cette substance a une quantité d'énergie thermique négative.
- C. Lorsque la température d'un objet augmente, c'est qu'il y a un transfert d'énergie thermique vers cet objet.

Énoncé faux: L'énoncé B.

Explication: Lorsqu'une substance est très froide et qu'elle est sous le point de congélation, elle possède malgré tout une quantité d'énergie thermique et a la capacité de transmettre de la chaleur. L'énergie thermique d'une substance ne peut être négative.

- STE 5 Sandrine doit amener un liquide contenu dans un bécher à une température de $3,5 \text{ }^\circ\text{C}$, alors que la température du liquide est de $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Elle doit choisir entre deux méthodes. La première méthode consiste à laisser refroidir le liquide dans un réfrigérateur réglé à une température de $3,5 \text{ }^\circ\text{C}$. La seconde méthode consiste à immerger le bécher dans un bac d'eau et de glace dont la température est de $3,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Laquelle de ces méthodes est la plus rapide ? Explique ta réponse en comparant les capacités thermiques massiques de l'air et de l'eau.

La seconde méthode est la plus rapide, car l'eau a une capacité thermique massique plus élevée que l'air. À température égale, l'eau peut donc absorber beaucoup plus de chaleur que l'air avant de se réchauffer.

- STE 6 a)** Rachid souhaite augmenter de 20 °C la température des trois substances suivantes : 200 g de fer, 250 g de cuivre et 100 g de verre. Si $c_{\text{fer}} = 0,45 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, $c_{\text{cuivre}} = 0,38 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ et $c_{\text{verre}} = 0,84 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, quelle substance absorbera le plus d'énergie pour augmenter sa température? Explique ta réponse à l'aide de calculs.

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q_{\text{fer}} = 200 \text{ g} \times 0,45 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (20)^\circ\text{C}$$

$$= 1800 \text{ J}$$

$$Q_{\text{cuivre}} = 250 \text{ g} \times 0,38 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (20)^\circ\text{C}$$

$$= 1900 \text{ J}$$

$$Q_{\text{verre}} = 100 \text{ g} \times 0,84 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (20)^\circ\text{C}$$

$$= 1680 \text{ J}$$

Réponse: Ce sont les 250 g de cuivre qui absorberont le plus d'énergie.

- b)** Si la température finale de ces trois substances est de 45 °C, quelle substance refroidira le plus rapidement à une température ambiante de 25 °C? Explique ta réponse.

Le cuivre refroidira le plus rapidement, étant donné que sa capacité thermique massique est la moins élevée des trois substances.

- STE 7 a)** Pour faire des œufs à la coque, Marco doit d'abord faire bouillir 2 L d'eau, dont la température initiale est de 18 °C. Quelle quantité d'énergie est nécessaire pour amener l'eau à ébullition, si 1 L d'eau = 1 kg?

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 2000 \text{ g} \times 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (100 - 18)^\circ\text{C}$$

$$Q = 687\,160 \text{ J}$$

Réponse: Il faut fournir $7 \times 10^5 \text{ J}$.

- b)** L'eau a-t-elle absorbé ou dégagé de l'énergie pour arriver à ébullition? Explique ta réponse.

L'eau a absorbé de l'énergie. La valeur obtenue est une valeur positive.

- c)** Pour cuire des œufs à la coque, il faut les déposer dans l'eau bouillante à 100 °C pendant 2 min 40 s. S'il veut savoir quelle quantité d'énergie sera nécessaire pour cuire ses œufs, Marco peut tenir compte de la variation de température qui se produirait s'il éteignait la cuisinière lorsque l'eau est à 100 °C. Au cours des 5 premières minutes, l'eau perdrait en effet 1 °C toutes les 20 secondes. Quelle quantité d'énergie thermique Marco devra-t-il fournir à l'eau pour cuire ses œufs pendant 2 min 40 s?

$$1^\circ\text{C} \rightarrow 20 \text{ s} \quad ?^\circ\text{C} \rightarrow 160 \text{ s}$$

L'eau peut perdre 8 °C en 2 min 40 s, donc $\Delta T = 8^\circ\text{C}$.

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 2000 \text{ g} \times 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (8)^\circ\text{C}$$

$$Q = 67\,040 \text{ J}$$

Réponse: Marco devra fournir $7 \times 10^4 \text{ J}$.

- d) Calcule le coût énergétique de la cuisson des œufs à la coque, sachant que le rendement énergétique de l'élément chauffant de la cuisinière est de 50% et que le coût de 1000 kJ est de 0,02\$. Tiens compte de l'énergie thermique nécessaire pour amener l'eau à ébullition et celle qu'il a fallu pour cuire les œufs.

$$Q = 687\,160\text{ J} + 67\,040\text{ J} = 754\,200\text{ J}$$

$$\text{Rendement énergétique} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Quantité d'énergie consommée}} \times 100$$

$$\text{Quantité d'énergie consommée} = \frac{\text{Quantité d'énergie utile}}{\text{Rendement énergétique}} \times 100$$

$$\text{Quantité d'énergie consommée} = \frac{754\,200}{50} \times 100 = 1\,508\,400\text{ J} = 1508,4\text{ kJ}$$

$$1508,4\text{ kJ} \rightarrow ?\$$$

$$1000\text{ kJ} \rightarrow 0,02\$$$

$$? = 0,03\$$$

Réponse: Il en coûte environ 3 cents.

- STE 8** En vue d'une mission habitée sur Mars, des astronautes doivent s'entraîner à installer un panneau solaire d'une masse de 50 kg.

- a) Si l'intensité du champ gravitationnel à la surface de Mars est de 3,72 N/kg et celle à la surface de la Terre est de 9,80 N/kg, le panneau solaire leur semblera-t-il plus léger, plus lourd ou de même poids sur Mars que sur Terre?

Le panneau leur semblera beaucoup plus léger sur Mars.

- b) Si les astronautes veulent reproduire sur Terre les mêmes conditions de manipulations que sur Mars, quelle est la masse du panneau solaire qu'ils devront utiliser?

À la surface de Mars:

$$w = mg$$

$$w = 50\text{ kg} \times 3,72\text{ N/kg}$$

$$w = 186\text{ N}$$

$$\text{Donc, } m = \frac{w}{g}$$

$$m = \frac{186\text{ N}}{9,80\text{ N/kg}}$$

À la surface de la Terre:

$$w = mg$$

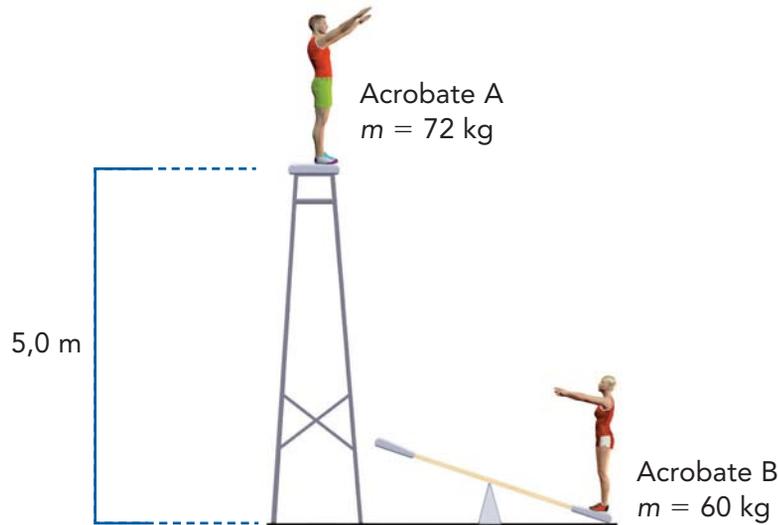
$$m = 18,98\text{ kg}$$

Réponse: La masse du panneau solaire d'entraînement devra être de 19 kg.

- 9** Tes parents se demandent comment augmenter le rendement énergétique de leur voiture. Parmi les moyens suivants, lesquels leur permettraient d'atteindre leur objectif?

- A. Faire le plein d'essence régulièrement afin de maintenir le réservoir à la moitié de sa capacité.
- B. Vérifier régulièrement la pression d'air des pneus afin d'avoir une adhérence optimale avec la route.
- C. Faire les changements d'huile régulièrement afin de diminuer les frottements indésirables dans le moteur.
- D. Traiter la voiture avec un produit qui permet de diminuer la progression de la rouille dans la carrosserie.

- STE 10** Deux acrobates répètent un numéro. L'acrobate A, dont la masse est de 72 kg, est debout sur une plateforme à 5,0 m du sol. L'acrobate B, dont la masse est de 60 kg, attend d'être propulsée par l'action de la bascule.



- a) Quelle est la quantité d'énergie potentielle de l'acrobate A ?

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 72 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} \times 5,0 \text{ m}$$

$$E_p = 3528 \text{ J}$$

Réponse: L'acrobate A possède une énergie potentielle de 3500 J.

- b) Si toute l'énergie potentielle de l'acrobate A est transférée à l'acrobate B, à quelle vitesse l'acrobate B sera-t-elle propulsée par la bascule ?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}} = \sqrt{\frac{3528 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 60 \text{ kg}}} = 10,8 \text{ m/s}$$

Réponse: La vitesse de l'acrobate B sera de 11 m/s.

- c) Quelle sera la vitesse de l'acrobate B lorsqu'elle sera à une hauteur de 2,0 m ?

$$E_p = mgh$$

$$= 60 \text{ kg} \times 9,80 \text{ N/kg} \times 2,0 \text{ m}$$

$$= 1176 \text{ J}$$

$$E_m = E_p + E_k$$

$$\text{Donc, } E_k = E_m - E_p$$

$$= 3528 \text{ J} - 1176 \text{ J}$$

$$= 2352 \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}} = \sqrt{\frac{2352 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 60 \text{ kg}}} = 8,9 \text{ m/s}$$

Réponse: La vitesse de l'acrobate B sera de 8,9 m/s.

- STE** 11 a) Si les deux acrobates de la question précédente répétaient leur numéro sur la Lune plutôt que sur la Terre, la quantité d'énergie impliquée dans leur numéro serait-elle la même? Explique ta réponse à l'aide d'un calcul, sachant que $g_{Lune} = 1,67 \text{ N/kg}$.

Non. La quantité d'énergie impliquée ne serait pas la même, car l'énergie potentielle de l'acrobate A dépend de l'intensité du champ gravitationnel.

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 72 \text{ kg} \times 1,67 \text{ N/kg} \times 5,0 \text{ m}$$

$$E_p = 601,2 \text{ J}$$

Réponse: **Sur la Lune, l'énergie potentielle de l'acrobate A serait de 601 J.**

- b) À quelle vitesse serait propulsée l'acrobate B si le numéro était répété sur la Lune?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Donc, } v = \sqrt{\frac{E_k}{\frac{1}{2} m}} = \sqrt{\frac{601,2 \text{ J}}{\frac{1}{2} \times 60 \text{ kg}}} = 4,5 \text{ m/s}$$

Réponse: **Sur la Lune, la vitesse de l'acrobate B serait de 4,5 m/s.**

- 12 Un contenant de 1 L et un contenant de 10 L renferment tous les deux la même quantité d'énergie thermique. Peut-on déduire que leur température est la même? Explique ta réponse.

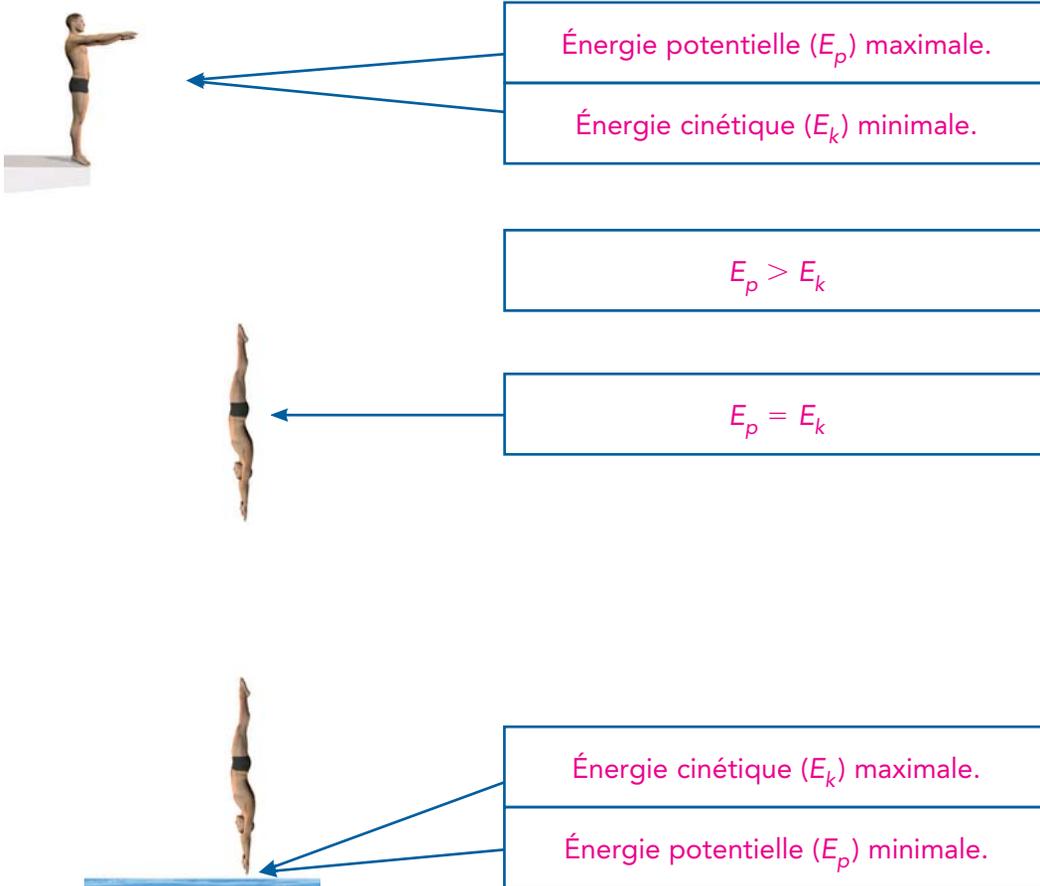
Non, car la température ne tient compte que de la vitesse des particules, tandis que l'énergie thermique tient également compte de la quantité de particules. Ainsi, la température du contenant de 10 L est sûrement plus basse que celle du contenant de 1 L, car sa masse est plus élevée.

- 13 Un appareil électrique a un rendement de 20%. Lequel des énoncés suivants décrit correctement les transformations d'énergie de cet appareil?

- A. 80% de l'énergie électrique qui alimente cet appareil est transformée en énergie utile.
- B. 80% de l'énergie électrique qui alimente cet appareil n'est pas transformée en d'autres formes d'énergie.
- C. 80% de l'énergie électrique qui alimente cet appareil est dissipée dans l'environnement.
- D. 80% de l'énergie électrique qui alimente cet appareil est perdue.

STE 14 Complète l'illustration à l'aide des termes suivants.

Énergie potentielle (E_p) maximale	$E_p > E_k$	Énergie potentielle (E_p) minimale
Énergie cinétique (E_k) maximale	$E_p = E_k$	Énergie cinétique (E_k) minimale



STE 15 Lors d'une compétition de plongeon, trois candidates se positionnent sur leur tremplin respectif. Anne sautera d'une hauteur de 3 m tandis que Sylvie et Charlotte sauteront d'une hauteur de 6 m. Si chacune des plongeuses a la même masse, lesquels des énoncés suivants sont vrais ?

- A. Les trois plongeuses ont le même poids.
- B. Les trois plongeuses ont la même énergie potentielle.
- C. Le poids d'Anne est plus petit que celui des deux autres plongeuses.
- D. L'énergie potentielle d'Anne est plus petite que celle des deux autres plongeuses.
- E. Anne aurait une accélération plus petite.

- STE 16** La figure suivante montre une bille qui descend le long d'un plan incliné. Sachant que l'intensité du champ gravitationnel de la Terre est de $9,80 \text{ N/kg}$, détermine la masse de la bille.

La force gravitationnelle exercée sur la bille est représentée par la flèche qui pointe vers le bas (hypoténuse).

(Méthode graphique)

La flèche qui pointe vers la droite, dont l'intensité est de $3,2 \text{ N}$, mesure $1,6 \text{ cm}$.

La flèche qui pointe vers le bas mesure $2,5 \text{ cm}$.

On a donc :

$$\frac{3,2 \text{ N}}{1,6 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{2,5 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{3,2 \text{ N} \times 2,5 \text{ cm}}{1,6 \text{ cm}} = 5,0 \text{ N}$$

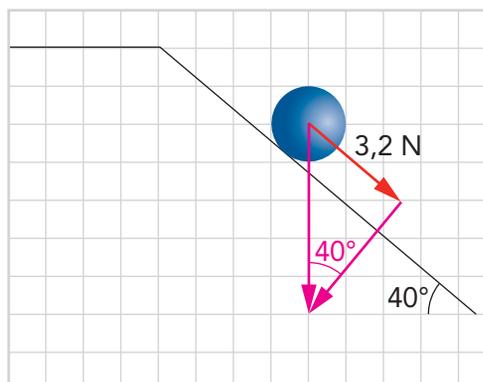
(Méthode trigonométrique)

$$\text{Hypoténuse} = \frac{\text{Côté opposé}}{\text{Côté adjacent}} = \frac{3,2 \text{ N}}{\sin 40^\circ} = 5,0 \text{ N}$$

$$F_g = mg$$

$$\text{Donc, } m = \frac{F_g}{g} = \frac{5,0 \text{ N}}{9,80 \text{ N/kg}} = 0,51 \text{ kg}$$

Réponse : La masse de la bille est de $0,51 \text{ kg}$.



- STE 17** Considère les trois voitures suivantes :

Voiture	Masse (en kg)	Vitesse (en km/h)
1	1000	50
2	1000	100
3	2000	50

Quels énoncés parmi les suivants sont vrais ?

- A. La voiture 2 possède deux fois plus d'énergie cinétique que la voiture 1.
- B. La voiture 2 possède quatre fois plus d'énergie cinétique que la voiture 1.
- C. La voiture 3 possède deux fois plus d'énergie cinétique que la voiture 1.
- D. La voiture 3 possède quatre fois plus d'énergie cinétique que la voiture 1.
- E. La voiture 2 possède autant d'énergie cinétique que la voiture 3.

STE 18 Louis-Pierre tire une valise à roulettes en appliquant une force de 20 N selon un angle de 40°.

a) Quelle est l'intensité de la force efficace responsable du déplacement de la valise ?

La force efficace est représentée par la flèche horizontale.

(Méthode graphique)

La force appliquée (hypoténuse), dont l'intensité est de 20 N, mesure 2,0 cm.

La force efficace mesure 1,5 cm.

On a donc :

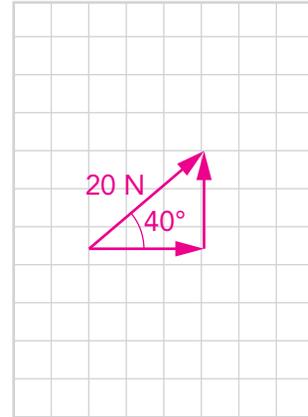
$$\frac{20 \text{ N}}{2,0 \text{ cm}} = \frac{? \text{ N}}{1,5 \text{ cm}}$$

$$? \text{ N} = \frac{20 \text{ N} \times 1,5 \text{ cm}}{2,0 \text{ cm}} = 15 \text{ N}$$

(Méthode trigonométrique)

$$\begin{aligned} \text{Force efficace} &= \text{Côté adjacent} \\ &= \cos \theta \times \text{Hypoténuse} \\ &= \cos 40^\circ \times 20 \text{ N} \\ &= 15,3 \text{ N} \end{aligned}$$

Réponse: L'intensité de la force efficace est de 15 N.



b) Quel est le travail effectué par Louis-Pierre pour déplacer sa valise sur une distance de 300 m ?

$$W = F // d$$

$$W = 15,3 \text{ N} \times 300 \text{ m}$$

$$W = 4590 \text{ J}$$

Réponse: Le travail effectué est de 4600 J ou $4,60 \times 10^3 \text{ J}$.

STE 19 Pour lancer une balle, on exerce sur elle une force de 75 N sur une distance de 10 cm. Quelle quantité d'énergie est ainsi transférée à la balle ?

$$W = \Delta E \text{ et}$$

$$W = F // d$$

$$\begin{aligned} \text{Donc, } \Delta E &= F // d \\ &= 75 \text{ N} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 7,5 \text{ J} \end{aligned}$$

Réponse: L'énergie transférée à la balle est de 7,5 J.