

3.3

L'énergie, le travail et le rendement mécanique

ATTENTES

- Examiner les composantes essentielles au fonctionnement des systèmes.
- Démontrer sa compréhension de divers systèmes et des facteurs qui leur permettent de fonctionner efficacement et en sécurité.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des concepts

- Comparer, en utilisant des exemples, les significations scientifiques et quotidiennes des termes travail, force, énergie et efficacité.
- Comprendre et utiliser la formule ($T = F \times d$) pour établir le lien entre le travail, la force et la distance sur laquelle la force est exercée dans des systèmes mécaniques simples.

Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication

- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Le rendement mécanique de machines simples

- Les six machines simples possèdent un rendement mécanique qui diffère selon la quantité de friction qu'elles produisent.
- La friction est directement proportionnelle au poids de l'objet en mouvement. La façon la plus simple d'atténuer la friction consiste à diminuer le poids de l'objet. Par exemple, si vous essayez de pousser deux boîtes identiques en haut d'une rampe, la friction doublera si vous empilez les boîtes plutôt que de les pousser côte à côte.
- Le rendement mécanique de machines simples se rapporte souvent à la surface située entre deux parties mobiles. Les leviers sont les machines simples les plus efficaces. Un levier rigide n'a qu'une seule surface de contact, celle où le levier est en contact avec le point d'appui.
- Lorsque l'axe est fixé à la roue, le rendement mécanique de la roue est faible, car la surface de la roue touchant le sol est minimale. La

rotation de la roue l'empêche de mordre le sol, réduisant d'autant la friction. C'est la différence entre pousser une voiture en appliquant les freins et pousser une voiture au neutre.

- D'autres machines sont moins efficaces qu'un levier, par exemple la poulie. La corde reste constamment en contact avec la surface de la poulie et produit énormément de friction.
- Les rampes constituent une importante source potentielle de friction selon la surface de l'objet déplacé et de la rampe. Lorsque vous poussez une boîte en haut d'une rampe, les deux surfaces se touchent constamment. La seule façon de diminuer la friction consiste à opter pour une rampe ou une boîte à la surface plus lisse.
- Bien sûr, il n'existe aucune règle ferme. Un levier mal conçu et fabriqué dans un matériau de piètre qualité sera moins efficace qu'une poulie de bonne conception comportant une corde extrêmement lisse et entourée de coussinets pour réduire le contact entre les surfaces.

Durée

45–60 min

À voir

Il est possible de calculer le rendement mécanique d'une machine simple.

Vocabulaire

- rendement mécanique

Ressources pédagogiques

DR 3.3-1 : Le calcul du rendement mécanique
 BO 6 : Utiliser les mathématiques en sciences et technologie
 Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressources complémentaires

RAY, Cédric, et Jean-Claude POIZAT. *La physique par les objets quotidiens*, coll. « Bibliothèque scientifique », Paris, Belin, 2007.
 Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Le rendement mécanique et le gain mécanique

- Le rendement mécanique peut être défini en terme de gain mécanique. Le gain mécanique idéal (GMI) pour une machine idéale est le rapport entre la distance parcourue par la force exercée (d_{FE}) et la distance parcourue par la force de résistance (d_{FR}), soit

$$GMI = \frac{d_{FE}}{d_{FR}}$$

- Le gain mécanique réel (GMR) d'une vraie machine est le rapport entre la force de résistance (F_R) et la force exercée (F_E), soit

$$GMR = \frac{F_R}{F_E}$$

- Le rendement d'une machine est le rapport entre le GMR et le GMI exprimé en pourcentage, soit

$$\text{rendement} = \frac{GMR}{GMI} \times 100 \%$$

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pensent peut-être qu'une machine peut créer de l'énergie.
- *Clarification* Rappelez aux élèves que l'énergie ne peut pas être créée ou détruite. Une machine peut transférer ou convertir de l'énergie, mais elle ne peut pas produire davantage d'énergie (ou de travail) qu'elle en reçoit.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Est-il possible pour une machine de recevoir une énergie de 560 J et de produire une énergie de 720 J?* (Non, cette situation sous-entend que la machine créerait de l'énergie.)

NOTES PÉDAGOGIQUES

À la maison

Suggérez aux élèves d'examiner le système de poulies simple des stores. Proposez-leur de mesurer la longueur de corde nécessaire pour lever ou baisser le store à une certaine hauteur.

1 Stimuler la participation

- Il sera peut-être nécessaire pour quelques élèves de revoir comment calculer le travail; rappelez-leur la formule travail = force \times distance.
- Vous pourriez revoir les facteurs de conversion des centimètres en mètres (1 m = 100 cm ou 1 cm = 1/100 m = 0,01 m) et de la masse en newtons ($N = kg \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$). Les élèves peuvent consulter la section 6.A. de *La boîte à outils*, « Mesures et instruments de mesure », pour prendre connaissance des facteurs de conversion.
- Demandez aux élèves d'imaginer qu'ils poussent une boîte lourde en haut d'un plan incliné dont la surface est très irrégulière. Demandez-leur ensuite d'imaginer la même situation sur une surface très lisse. Demandez-leur : *Quel cas demande le plus d'efforts? Quel cas est le plus efficace?* Signalez-leur que toutes les machines effectuent un travail, mais que toutes ne le font pas avec la même efficacité.

2 Explorer et expliquer

- Examinez la formule de calcul du rendement. Soulignez que, plus l'énergie produite par le travail est élevée, plus le rendement est grand. De même, plus l'énergie appliquée au travail est importante, moins le rendement de la machine est élevé. Signalez aussi que, plus la force ou la distance produite est grande, plus le rendement est élevé. Inversement, plus la force appliquée est puissante ou la distance que doit parcourir cette force est considérable, moins le rendement est élevé.
- Demandez aux élèves de regarder l'illustration du premier exemple de problème. Demandez-leur d'indiquer des façons dont cette machine pourrait être inefficace. Ils devraient mentionner la friction entre la corde et la poulie. Demandez-leur de suggérer des solutions à ce problème. Des élèves proposeront qu'une corde ou une poulie plus lisse diminuerait la friction.

- Demandez aux élèves si un élastique ou une corde rigide serait plus efficace. D'après leur expérience, ils devraient répondre que la corde la moins élastique serait la plus efficace. Si possible, faites-leur réaliser cette expérience à leur pupitre au moyen d'un élastique et d'une ficelle. Ils constateront rapidement qu'ils doivent étirer énormément l'élastique pour déplacer l'objet.
- Examinez les exemples de problèmes avec les élèves. Attirez leur attention sur les étapes à travers lesquelles ces problèmes sont abordés. Dites aux élèves d'utiliser la même approche lorsqu'ils effectueront individuellement d'autres problèmes. Renvoyez les élèves à la section 6.B. de *La boîte à outils*, « Résoudre des problèmes numériques à l'aide de la méthode DRASÉ ».
- **Premier exemple de problème :** Calculer le rendement mécanique – Réponse

Données : distance (force appliquée) = 1,5 m

distance (force produite) = 1,5 m

force appliquée = 3500 N

force produite = 2450 N

Recherché : le rendement mécanique

Analyse : le rendement mécanique = $\frac{F \times d \text{ (travail produit)}}{F \times d \text{ (travail appliqué)}} \times 100 \%$

$$\begin{aligned} \text{Solution : le rendement mécanique} &= \frac{2450 \text{ N} \times 1,5 \text{ m}}{3500 \text{ N} \times 1,5 \text{ m}} \times 100 \% \\ &= \frac{3700 \text{ N}\cdot\text{m}}{5300 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \% \\ &= 0,70 \times 100 \% \\ &= 70 \% \end{aligned}$$

Énoncé : Le rendement mécanique de la poulie est de 70 %.

- Pour permettre aux élèves de s'exercer davantage à la résolution de problèmes de rendement mécanique, distribuez-leur le DR 3.3-1, « Le calcul du rendement mécanique ».

3 Approfondir et évaluer

- Demandez aux élèves de réfléchir à des moyens de diminuer la friction dans les machines sans l'utilisation d'huile. (Ils suggéreront peut-être le ponçage des surfaces pour les rendre les plus lisses possible et l'utilisation d'autres lubrifiants, comme l'eau.)
- Demandez aux élèves d'examiner les figures 2 et 3 du deuxième exemple de problème dans le manuel. Proposez-leur un remue-ménages pour améliorer le rendement mécanique de ces machines.
- Demandez-leur de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

Liens avec les mathématiques

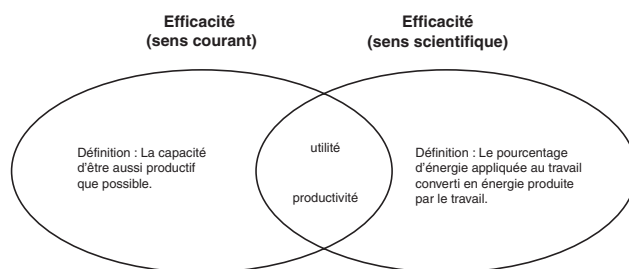
Mettez les élèves au défi de présenter la formule de calcul du rendement mécanique sous la forme d'une équation linéaire. Demandez-leur de la récrire en fonction de diverses quantités, par exemple la force produite et la force appliquée.

Occasions d'évaluation

Vous pourriez circuler parmi les élèves ou les équipes et vous entretenir avec eux pendant l'exercice de résolution de problèmes. Servez-vous d'une grille d'évaluation pertinente pour évaluer, noter et communiquer la progression de leurs habiletés en résolution de problèmes quantitatifs.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. Les élèves devraient dessiner un diagramme de Venn semblable au suivant.



$$2. \text{ rendement mécanique} = \frac{F \times d \text{ (travail produit)}}{F \times d \text{ (travail appliqué)}} \times 100 \% = \frac{250 \text{ N} \times 2,0 \text{ m}}{150 \text{ N} \times 4,0 \text{ m}} = \frac{500 \text{ N}\cdot\text{m}}{600 \text{ N}\cdot\text{m}} = 0,8333 \times 100 \% = 83 \%$$

$$3. \text{ rendement mécanique} = \frac{F \times d \text{ (travail produit)}}{F \times d \text{ (travail appliqué)}} \times 100 \% = \frac{2500 \text{ N} \times 1,0 \text{ m}}{700 \text{ N} \times 4,0 \text{ m}} = \frac{2500 \text{ N}\cdot\text{m}}{2800 \text{ N}\cdot\text{m}} = 0,8928 \times 100 \% = 89 \%$$

4. Exemple de réponse : Je peux garder les pièces de mon vélo bien lubrifiées, vérifier la pression des pneus et tenir mon vélo au sec pour éviter la rouille des engrenages.

Enseignement différencié

Outils +

- Examinez avec les élèves les exemples de problèmes, une étape à la fois. Vérifiez s'ils comprennent bien chacune d'elles avant de passer à la suivante.

Défis +

- Incitez les élèves à rédiger leur propre problème de rendement mécanique et sa solution. Suggérez-leur ensuite d'échanger leur problème avec celui d'une ou d'un camarade et de le résoudre.
- Demandez aux élèves d'expliquer la raison pour laquelle l'énergie produite doit toujours être inférieure à l'énergie appliquée lors du calcul du rendement mécanique d'une machine.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Cette section plus mathématique exige moins d'habiletés langagières. Attirez l'attention de ces élèves sur les illustrations lorsque vous expliquez le rendement mécanique des poulies et des leviers.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- expliquer le concept de rendement mécanique d'une machine simple ;
- calculer le rendement mécanique réel de poulies et de leviers ;
- comprendre les raisons pour lesquelles aucune machine n'est efficace à 100 %.