

3.4

Mène une expérience : Explore 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

- 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.
- Expliquer comment les systèmes mécaniques produisent de la chaleur et décrire comment on peut réduire la friction afin d'augmenter le rendement de ces systèmes.

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

- Respecter les consignes de sécurité et utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition ainsi que les techniques de construction qui lui sont suggérées.
- Utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir et construire un système qui assure une fonction et satisfait un besoin, décrire la fonction de chacune de ses composantes et examiner les effets des changements d'une de ses composantes sur l'ensemble du système.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

L'utilisation de poulies

- Des six machines simples, la poulie est probablement celle que les gens utilisent le moins. Du moins, c'est ce que les gens disent. Pourtant, on retrouve des poulies un peu partout, des chaînes de vélo aux usines.
- Leur usage le plus évident est de soulever des fardeaux, comme le font les grues ou les poulies des usines.
- Dans certains cas, la friction facilite l'exécution du travail des poulies. Par exemple, une bonne partie des pièces mobiles d'une auto sont actionnées par des poulies. Celles-ci transmettent le travail effectué par les pistons du moteur aux autres parties de l'auto. Ces systèmes sont en général composés de deux ou plusieurs roues reliées par une courroie. L'une de ces roues est mue par le moteur. Cette roue exerce une traction sur la courroie qui, à son tour, exerce une traction sur l'autre roue et la fait tourner. La charge ici n'est pas un poids, mais la résistance résultant de la friction entre les roues et la poulie. Dans

ce cas, l'efficacité de la machine repose sur l'adhérence de la courroie à la roue et sur la friction entre la roue et son axe. Les systèmes de poulies actionnent plusieurs composantes d'une auto, dont la pompe à eau, l'alternateur et la colonne de direction.

- Certaines poulies utilisent des chaînes pour soutenir la charge, plutôt que des cordes ou des courroies. Par exemple, le travail effectué sur les pédales est transmis par des chaînes entraînées par des engrenages pour faire tourner les roues d'un vélo. Ce système de poulies ressemble à celui d'une auto, car il comporte des roues et des boucles fermées actionnées par celles-ci. Dans les deux cas, la résistance est la force nécessaire pour surmonter la friction et faire tourner la roue. Encore une fois, le rendement est calculé par la force de traction de la courroie ou de la chaîne sur la roue. Le gain mécanique de ces poulies est en lien avec le rapport entre la taille des roues.

Durée

45–60 min

À voir

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

La démarche scientifique permet de vérifier l'efficacité de systèmes au moyen d'essais contrôlés.

Habiletés

Formuler une hypothèse
Prédire le résultat
Planifier
Contrôler les variables
Exécuter
Observer
Analyser
Évaluer
Communiquer

Matériel à prévoir

(pour chaque équipe)

- poulies uniques
- poulies doubles
- poulies triples
- masse étalon ou rondelles
- peson
- règle
- corde

Ressources pédagogiques

Grille d'évaluation 5 : Mène une expérience
Résumé de l'évaluation 5 : Mène une expérience
Liste de vérification de l'autoévaluation 1 : Mène une expérience
BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation
BO 4 : La résolution de problèmes technologiques
BO 6 : Utiliser les mathématiques en sciences et technologie
Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressources complémentaires

ZEITOUN, Charline.

Les machines, coll. : « Kézako », Paris, Mango jeunesse, 2005.

CROSS, Gary, et autres.

Les forces à l'œuvre, Mont-Royal et Markham, Duval Éducation et Éditions Scholastic, 2002.

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

- Plusieurs appareils de conditionnement physique sont constitués de poulies. Par exemple, certaines machines permettant de lever des poids transforment un mouvement de traction latérale en mouvement vertical, qui soulève le poids. Il

existe différents types d'appareils de conditionnement physique et de combinaisons de poulies mobiles et fixes qui permettent d'exercer différents groupes musculaires en modifiant la direction de traction de la corde.

NOTES PÉDAGOGIQUES



Consignes de sécurité

- Le matériel de cette expérience ne présente aucun danger, mais peut occasionner des blessures s'il est mal utilisé. Dites aux élèves de se concentrer sur l'expérience.

- Cette expérience est dirigée. Les élèves pourront décider du nombre de poulies et de leur disposition, mais la marche à suivre est claire et simple.
- Faites travailler les élèves en équipes ou par deux selon le nombre de poulies disponibles. Vous pourriez confier un système de poulies différent à chaque équipe pour éviter le dédoublement des données et des résultats.
- Revoyez avec les élèves la conversion des centimètres en mètres, des grammes en kilos et des kilos en newtons. Si besoin est, suggérez-leur de consulter la section 6.A. de *La boîte à outils*, « Mesures et instruments de mesure ».

Question de recherche

- Examinez tous les aspects de la question avec les élèves pour guider leur réflexion. Demandez-leur la principale raison de l'inefficacité d'un système de poulies. (La friction en est la principale raison.) Lorsqu'ils en viennent à cette conclusion, demandez-leur quel effet l'ampleur de la résistance aura sur la friction dans un système de poulies. (Plus la masse de la charge est élevée, plus la friction est importante.) Cet exercice terminé, les élèves devraient être en mesure de formuler une prédiction valable.

Hypothèse et prédiction

- Exemple de prédiction : L'augmentation de la résistance amplifiera la friction et fera donc diminuer le rendement du système de poulies.
- Exemple d'hypothèse : Si la résistance augmente dans un système de poulies, mais que la distance parcourue par la charge reste identique, le rendement mécanique du système diminuera à cause de l'augmentation de la friction. Il faudra alors augmenter la force appliquée pour déplacer la plus grande résistance sur la même distance.

Démarche expérimentale

- Rappelez aux élèves les définitions de *variable dépendante* et de *variable indépendante*. Aux fins de cette expérience, la résistance est la variable indépendante, et le rendement est la variable dépendante.

Matériel

- Prévoyez divers ensembles de rondelles et masses étalons pour les élèves. Vous pourriez confier à chaque équipe une masse étalon ou un jeu de rondelles différents.
- Vérifiez que les masses étalons sont suffisamment importantes pour être mesurées par le peson.

Occasions d'évaluation

Vous pourriez vous entretenir avec les élèves travaillant en équipes de deux aux postes de laboratoire, les aider à formuler des hypothèses valables et noter vos commentaires sur l'amélioration de leurs habiletés à écrire des hypothèses.

Marche à suivre

- Vous pouvez renvoyer les élèves à la section 4.C. de *La boîte à outils*, « Dessins techniques », pour quelques conseils utiles sur les croquis.
- Exemple de croquis d'une poulie fixe unique :



Activité de fin d'unité

Suggérez aux élèves de réfléchir à la façon dont les poulies pourraient être utilisées dans la conception de machines complexes pour l'activité de fin d'unité. Faites-leur dessiner une machine comportant une poulie. Dites-leur d'indiquer les matériaux nécessaires à l'optimisation du rendement de la poulie.

- Exemples de données :

Tableau 1 Le rendement mécanique d'une poulie fixe unique

Essai	Résistance (N)	Force appliquée (N)	Distance parcourue par la charge (m)	Distance parcourue par le peson (m)	Énergie produite par le travail (N·m)	Énergie appliquée au travail (N·m)	Efficacité (rendement mécanique)
1	1,0	2	0,2	0,2	0,2	0,4	50 %
2	10,0	50,0	0,2	0,2	2	10	20 %
3	15,0	100,0	0,2	0,2	3	20	15 %

Analyse et interprète

- a) i) énergie appliquée au travail = force \times distance = $2,0 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ N}\cdot\text{m}$ (1^{er} essai)
 énergie appliquée au travail = force \times distance = $50 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ (2^e essai)
 énergie appliquée au travail = force \times distance = $100,0 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 20 \text{ N}\cdot\text{m}$ (3^e essai)
- ii) énergie produite par le travail = force \times distance = $1,0 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 0,2 \text{ N}\cdot\text{m}$ (1^{er} essai)
 énergie produite par le travail = force \times distance = $10,0 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 2 \text{ N}\cdot\text{m}$ (2^e essai)
 énergie produite par le travail = force \times distance = $15,0 \text{ N} \times 0,2 \text{ m} = 3 \text{ N}\cdot\text{m}$ (3^e essai)
- iii) rendement mécanique = $\frac{\text{énergie produite par le travail}}{\text{énergie appliquée au travail}} \times 100 \% = \frac{0,2 \text{ N}\cdot\text{m}}{0,4 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \% = 50 \%$ (1^{er} essai)
 rendement mécanique = $\frac{\text{énergie produite par le travail}}{\text{énergie appliquée au travail}} \times 100 \% = \frac{2 \text{ N}\cdot\text{m}}{10 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \% = 20 \%$ (2^e essai)
 rendement mécanique = $\frac{\text{énergie produite par le travail}}{\text{énergie appliquée au travail}} \times 100 \% = \frac{3 \text{ N}\cdot\text{m}}{20 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \% = 15 \%$ (3^e essai)
- b) Exemple de réponse : Mes observations confirment mon hypothèse. Elles montrent bien que le rendement mécanique du système diminue à mesure que la résistance augmente.
- c) Exemple de réponse : J'aurais aimé répéter les essais. Nous n'avons peut-être pas mesuré correctement les distances parcourues par le peson. Notre calcul du travail et du rendement serait modifié par des résultats différents.

- d) Exemple de réponse : Si je pouvais refaire l'expérience, j'utiliserais un système de poulies doubles plutôt qu'une poulie simple. J'aimerais observer en quoi l'utilisation d'un système de poulies doubles modifierait le rendement mécanique du système.

Approfondis ta démarche

- e) Exemple de réponse : J'ai conçu un système de poulies doubles qui a soulevé les mêmes masses que mon système de poulie unique. J'ai respecté la marche à suivre précédente et effectué deux essais au moyen de résistances identiques. J'ai choisi de soulever chaque charge sur la même distance. J'ai également noté la force appliquée et la distance parcourue par le peson. J'ai constaté que le rendement du système de poulies doubles est un peu moins élevé que celui du système de poulie unique, car l'augmentation du nombre de poulies et de la quantité de longueurs de corde pour soulever la charge accroît la friction du système et diminue son rendement mécanique.
- f) i) Exemple de réponse : Les systèmes de poulies du bras articulé des pelles à benne traînante multiplient la force appliquée nécessaire pour soulever de lourdes charges. Il faut donc une force moindre pour déplacer une très lourde charge.
- ii) Exemple de réponse : Les pelles à benne traînante ont la capacité d'extraire d'énormes quantités de terre ; elles creusent donc d'immenses trous dans le sol. Ces excavations entraînent l'érosion du sol. Cette méthode d'extraction minière détruit également l'habitat de la flore et de la faune du territoire en exploitation. Il faut parfois déboiser au préalable une grande partie du territoire. Si celui-ci n'est pas rétabli à l'état originel ou le plus près possible à la fin de l'exploitation minière, il devient inutilisable.

Enseignement différencié

Outils +

- Les élèves auront peut-être besoin d'aide supplémentaire pour procéder aux calculs. Écrivez au tableau tous les facteurs de conversion utiles, ainsi que les calculs de conversion sous la forme de calculs d'analyse dimensionnelle pour indiquer comment certaines unités s'annulent. Les élèves n'ont pas à apprendre l'analyse dimensionnelle. C'est une simple démonstration. Modelez où insérer les données dans les calculs.

Défis +

- Suggérez aux élèves de calculer le gain mécanique de leurs systèmes de poulies.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Avant le début de l'expérience, examinez avec ces élèves la figure 1 du manuel. Aidez-les à désigner la charge, la source de la force appliquée et la distance sur laquelle la charge est soulevée.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- appliquer des méthodes scientifiques à des problèmes de la vie courante ;
- mener une expérience pour cerner les facteurs influant sur le rendement mécanique d'un système de poulies ;
- établir et comparer le rendement mécanique de divers systèmes de poulies ;
- manipuler le matériel correctement et en toute sécurité.