

L'énergie, le travail et le rendement mécanique

rendement mécanique : pourcentage d'énergie ou de travail qui est transformé en travail utile

Tu sais déjà que, dans son sens scientifique, le travail correspond à l'application d'une force sur une distance donnée. Le rendement mécanique possède également une signification précise en mathématiques. Le **rendement mécanique** compare le travail utile ou l'énergie que produit un système mécanique au travail effectué ou à l'énergie fournie au système. Le rendement mécanique s'exprime en pourcentage et se calcule selon la formule suivante :

$$\text{rendement mécanique (\%)} = \frac{\text{énergie produite (ou travail)}}{\text{énergie appliquée (ou travail)}} \times 100 \%$$

Les machines au rendement mécanique optimal permettent de réduire le gaspillage d'énergie au cours de la réalisation de tâches quotidiennes.



PREMIER EXEMPLE DE PROBLÈME : Calculer le rendement mécanique

La poulie (figure 1) d'un chantier de construction est sale et rouillée parce qu'elle est exposée aux intempéries et à la poussière du chantier. En conséquence, il faut lui appliquer une force de 90 N pour soulever un contenant de clous de 70 N. Le contenant est monté au deuxième étage, soit 8 m plus haut. Quelle est l'efficacité de la poulie ?

Données force appliquée = 90 N distance (force appliquée) = 8 m
force produite = 70 N distance (force produite) = 8 m

Recherché le rendement mécanique de la poulie

Analyse le rendement mécanique de la poulie = $\frac{\text{le travail (énergie produite)}}{\text{le travail (énergie appliquée)}} \times 100 \%$

Solution le rendement mécanique = $\frac{F \times d \text{ (force produite)}}{F \times d \text{ (force appliquée)}} \times 100 \%$
 $= \frac{70 \text{ N} \times 8 \text{ m}}{90 \text{ N} \times 8 \text{ m}} \times 100 \%$
 $= \frac{560 \text{ N}\cdot\text{m}}{720 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \%$
 $= 0,777 \times 100 \%$
 $= 78 \%$

Énoncé Le rendement mécanique de la poulie est de 78 %.

Exercice Une poulie rouillée soulève une motocyclette de 2450 N pour la charger sur un camion de transport. Quel est le rendement mécanique de la poulie s'il faut 3500 N pour soulever la motocyclette à une hauteur de 1,5 m ?



Figure 1 Utilisation possible d'une poulie fixe unique sur un chantier de construction.

Les leviers sont des machines très efficaces. Si le levier est rigide et le point d'appui solide et arrondi ou légèrement en pointe, la friction sera minimale, tout comme la perte d'énergie. Cependant, il arrive parfois que des machines simples se révèlent inefficaces. L'exemple qui suit montre que la stabilité du point d'appui et la rigidité du levier jouent un rôle essentiel dans le rendement mécanique d'un levier.

DEUXIÈME EXEMPLE DE PROBLÈME : Calculer le rendement mécanique de leviers : un levier efficace et un levier inefficace

A. La figure 2 illustre un levier inefficace. Le levier n'est pas rigide et le point d'appui n'a aucune stabilité. La force appliquée est donc sans effet. Il faut appliquer une force de 200 N sur une distance de 80 cm pour déplacer la pierre de 20 cm. Quel est le rendement mécanique du levier ?

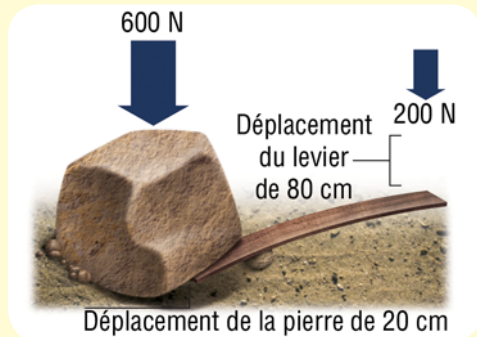


Figure 2

Données force appliquée = 200 N
distance (force appliquée) = 0,80 m
force produite = 600 N
distance (force produite) = 0,20 m

Recherché le rendement mécanique de la poulie

Analyse le rendement mécanique de la poulie
= $\frac{\text{le travail (énergie produite)}}{\text{le travail (énergie appliquée)}} \times 100 \%$

Solution le rendement mécanique
= $\frac{F \times d \text{ (force produite)}}{F \times d \text{ (force appliquée)}} \times 100 \%$
= $\frac{600 \text{ N} \times 0,20 \text{ m}}{200 \text{ N} \times 0,80 \text{ m}} \times 100 \%$
= $\frac{120 \text{ N}\cdot\text{m}}{160 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \%$
= $0,75 \times 100 \%$
= 75 %

Énoncé Le rendement mécanique de la poulie est de 75 %.

B. Le levier de la figure 3 est rigide et stable, donc plus efficace. La majorité de la force appliquée permet de soulever la charge. L'application d'une force de 200 N sur une distance de 80 cm soulève la pierre de 25 cm. Quel est le rendement mécanique du levier ?

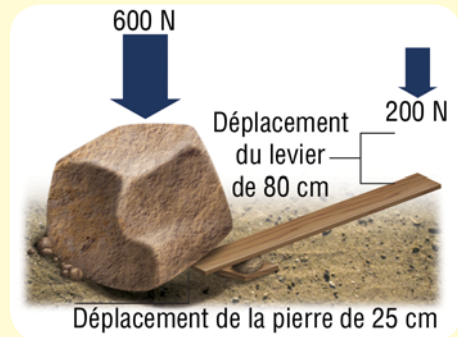


Figure 3

Données force appliquée = 200 N
distance (force appliquée) = 0,80 m
force produite = 600 N
distance (force produite) = 0,25 m

Recherché le rendement mécanique de la poulie

Analyse le rendement mécanique de la poulie
= $\frac{\text{le travail (énergie produite)}}{\text{le travail (énergie appliquée)}} \times 100 \%$

Solution le rendement mécanique
= $\frac{F \times d \text{ (force produite)}}{F \times d \text{ (force appliquée)}} \times 100 \%$
= $\frac{600 \text{ N} \times 0,25 \text{ m}}{200 \text{ N} \times 0,80 \text{ m}} \times 100 \%$
= $\frac{150 \text{ N}\cdot\text{m}}{160 \text{ N}\cdot\text{m}} \times 100 \%$
= $0,9375 \times 100 \%$
= 94 %

Énoncé Le rendement mécanique de la poulie est de 94 %.

Aucune machine n'est efficace à 100 %. Même les machines simples sont soumises à la friction et au glissement, aussi minimes soient-ils. Les machines plus complexes sont constituées de plusieurs machines simples, ce qui a pour effet de multiplier la friction et le glissement. Le rendement mécanique de machines complexes est donc inférieur à celui de leurs composantes.

✓ VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION

1. À l'aide d'un diagramme de Venn, compare la signification courante du mot « efficacité », donnée à la section 3.2, à son sens scientifique, expliqué dans cette section.
2. Quel est le rendement mécanique d'une poulie si la personne qui l'utilise doit tirer 4,0 m de corde pour soulever un seau d'eau de 250 N sur une distance de 2,0 m ? La personne tire avec une force de 150 N.
3. Un palan est composé d'une corde et de plusieurs poulies. Ce dispositif multiplie une force légère. Si le poids d'un moteur atteint 2500 N et qu'il faut 4,0 m de corde et une force de 700 N pour le soulever de 1 m, quel est le rendement mécanique du palan ?
4. Nomme trois moyens d'augmenter le rendement mécanique de ton vélo.