Physique

La physique appliquée dans le domaine des métiers

Ce guide introduit certains concepts de base en physique : les quantités vectorielles et scalaires, la force, le travail et la puissance, la pression et la densité et la base de l'électricité. On travaillera avec des quantités de mouvement telles que la distance, le déplacement, la vitesse, le vecteur vitesse, et l'accélération et on appliquera le concept de force à la compréhension du mouvement. Les concepts du travail et de la puissance y sont étudiés et nous permettront d'analyser et d'expliquer davantage le mouvement.

Dans ce module, la base de connaissance pour analyser, décrire et expliquer les concepts de base en physique sera apprise.

COLLÈGE BORÉAL
éducation • innovation • recherche

AFB•ACE
COLLEGEBOREAL.CA

COFA
COALITION ONTARIENNE DE FORMATION DES ADULTES

Créé dans le cadre du développement des ressources des Compétences pour Réussir.

Canada

EMPLOI ONTARIO

Ontario

Financement offert par le gouvernement du Canada dans le cadre de la Subvention canadienne pour l'emploi. Prestation des programmes assurée par le gouvernement de l'Ontario.

Introduction aux vecteurs

La trigonométrie

La trigonométrie est la branche des mathématiques qui étudie les rapports qui existent entre les côtés et les angles d'un triangle.

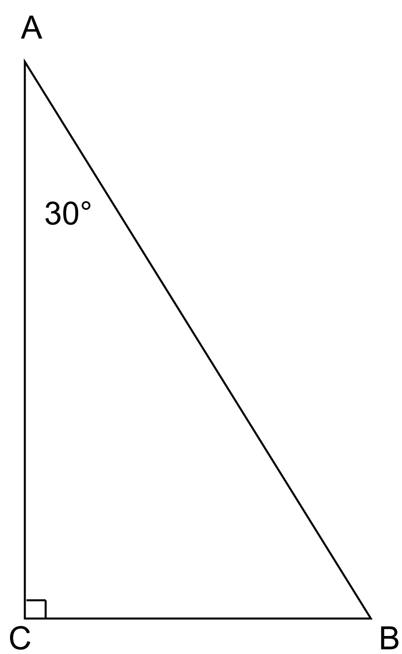
On applique les notions de la trigonométrie au calcul des mesures des angles et des côtés d'un triangle. Résoudre un triangle, c'est trouver les mesures des angles et des côtés d'un triangle. On peut donc dire que la trigonométrie sert à résoudre un triangle.

Les principes de la trigonométrie sont appliqués à plusieurs domaines dont la construction, l'architecture, l'arpentage, l'astronomie, la navigation sur la terre et dans l'espace, etc.

<u>Trouver la mesure d'un des angles du triangle rectangle</u>

Pour trouver la mesure d'un des angles du triangle rectangle, on se base sur cette propriété de tout triangle : la somme des angles d'un triangle est égale à 180°.

Si on applique cette propriété au triangle rectangle, on peut déduire que la somme des deux angles aigus est de 90 ° (180 ° – 90 ° = 90 °).



on sait que $\angle A + \angle B = 90°$

on peut déduire que :

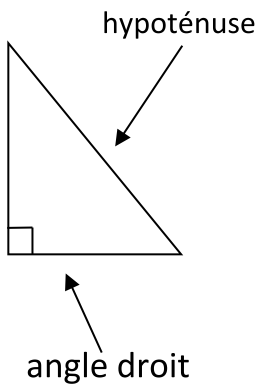
$\angle B = 90° - \angle A$

$\angle B = 90° - 30°$

Remarquez que l'on doit connaître la mesure de l'un des angles aigus pour calculer la mesure de l'autre angle aigu.

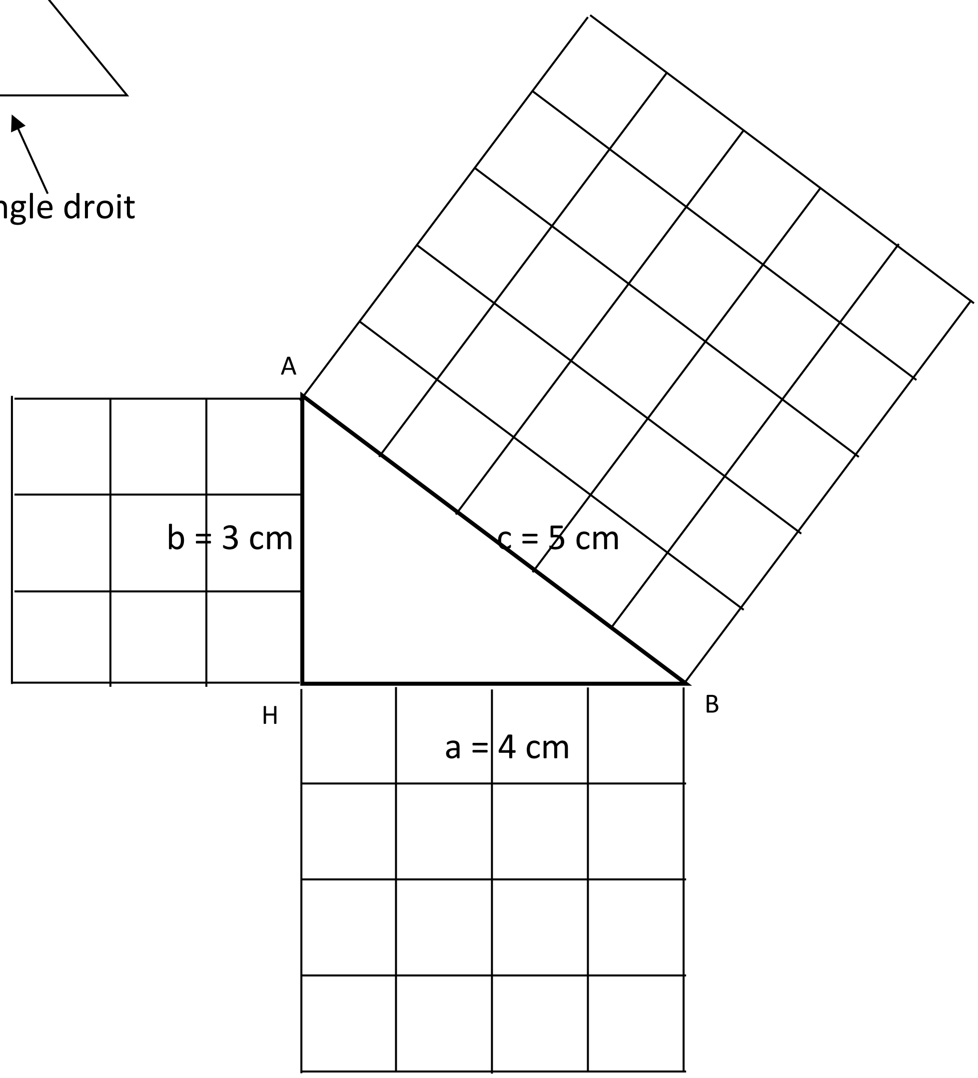
Le théorème de Pythagore

Pour trouver la mesure d'un des côtés du triangle rectangle, on applique le théorème de Pythagore.



L'hypoténuse est le côté opposé à l'angle droit.

Les deux autres côtés sont les côtés de l'angle droit.



$$c^2 = a^2 + b^2$$

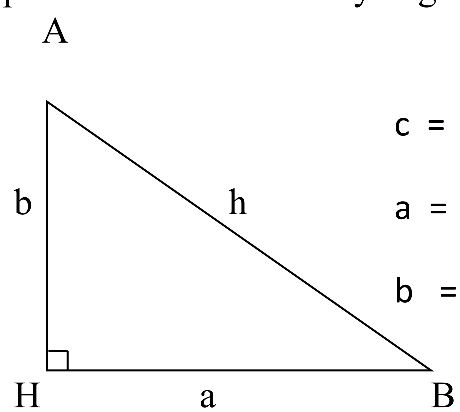
$$(5\ \text{cm})^2 = (4\ \text{cm})^2 + (3\ \text{cm})^2$$

$$25\ \text{cm}^2 = 16\ \text{cm}^2 + 9\ \text{cm}^2$$

$$25\ \text{cm}^2 = 25\ \text{cm}^2$$

$$\text{d'où } c = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

À partir du théorème de Pythagore, on peut déduire :

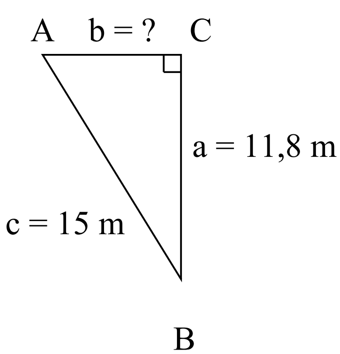


$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

Exemple : Trouver le côté b.



$$b = \sqrt{(c^2 - a^2)}$$

$$b = \sqrt{(15\ \text{m}^2 - 11{,}8\ \text{m}^2)}$$

$$b = 9{,}3\ \text{m}$$

Nommer les rapports trigonométriques

La trigonométrie est fondée sur les rapports entre les mesures des côtés, en relation avec les angles. Ces rapports restent toujours les mêmes. C’est à partir de ces rapports que l’on peut trouver la mesure soit d’un côté, soit d’un angle.

On appelle ces rapports trigonométriques : le sinus, le cosinus et la tangente.

Les rapports peuvent être simplifiés dans l’acronyme suivant :

SOH CAH TOA

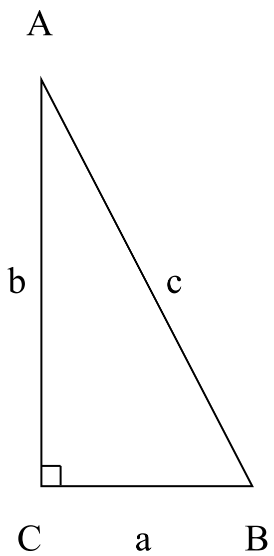
Sur votre calculatrice, vous pouvez remarquer les symboles qui se trouvent dans l’acronyme ci-haut soit : **SIN**, **COS** et **TAN**. Ceux-ci représentent respectivement le sinus d’un angle, le cosinus d’un angle et la tangente d’un angle. Ils doivent donc toujours être associés à un angle dans la formule, par exemple : sin A. Le sinus, cosinus et la tangente ne peuvent pas être associés à un côté, par exemple sin a. Nous utiliserons le symbole ∠ pour représenter un angle. En utilisant chaque lettre de l’acronyme, on peut produire les rapports suivants :

$$\textbf{Sinus}< \; = \frac{\textbf{côté Opposé}}{\textbf{Hypoténuse}}$$

$$\textbf{Cosinus}< \; = \frac{\textbf{côté Adjacent}}{\textbf{Hypoténuse}}$$

$$\textbf{Tangente}< \; = \frac{\textbf{côté Opposé}}{\textbf{côté Adjacent}}$$

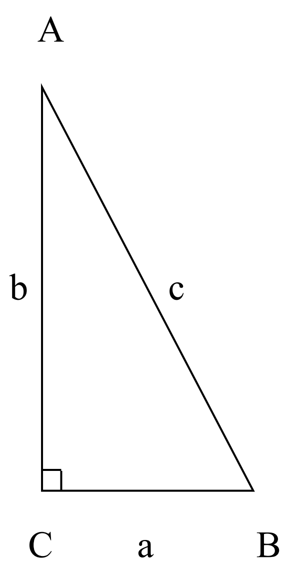
Par rapport à l'angle A



$$\sin A = \frac{a \text{ (côté opposé)}}{c \text{ (hypoténuse)}}$$

$$\cos A = \frac{b \text{ (côté adjacent)}}{c \text{ (hypoténuse)}}$$

Par rapport à l'angle B



$$\sin B = \frac{b}{c} \text{ (opp.)}$$

(hyp.)

$$\cos B = \frac{a}{a} \text{ (adj.)}$$

Synthèse : $\boxed{\sin\angle = \frac{opp}{hyp}}$ $\boxed{\cos\angle = \frac{adj}{hyp}}$ $\boxed{\tan\angle = \frac{opp}{adj}}$

SOH CAH TOA

Les mesures scalaires et vectorielles

Toute quantité physique peut être classifiée soit vectorielle ou scalaire. Une mesure <u>scalaire</u> nécessite un nombre (appelé sa **magnitude**) et une unité de mesure appropriée. La longueur, la température et le volume sont tous des exemples de mesures scalaires. Par exemple, la longueur d'un côté d'une piscine peut s'exprimer comme 8 m, la température de l'eau dans cette piscine mesure 22 °C, le volume d'eau contenu dans la piscine est 75 m^3.

Les mesures qui nécessitent à la fois une **magnitude** et une **direction** à préciser sont appelées <u>vecteurs</u>. Des exemples de vecteurs sont la force, le déplacement, et la vitesse. Pour préciser une force, il ne suffit pas de tout simplement définir sa magnitude (sa grandeur, ou le *montant* de force), mais de donner aussi la direction sur laquelle la force agit.

En précisant le changement de position d'un objet, tel qu'un voilier sur un lac, nous utilisons le terme *déplacement*. Le **déplacement** est le changement de position net d'un objet, autrement dit, la distance et la direction d'où l'objet se retrouve en relation à son point de départ. Dans l'exemple du voilier (Fig. 1,1), pour préciser son déplacement, il vous faut la *distance* entre le voilier et la rive et *la direction de* son point de départ *à* sa position actuelle.

Figure 1.1 Voilier Vecteurs par Vecteezy

Représenter les vecteurs

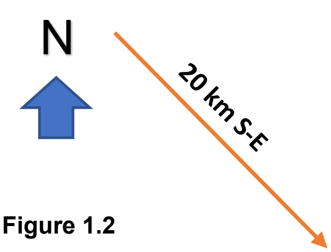


Figure 1.2

En représentant un vecteur par diagramme, on dessine une flèche voyageant dans la bonne direction (45° S-E dans la figure 1.2). La magnitude du vecteur est indiquée par la longueur de la flèche; on utilise généralement une échelle, tel que 1 cm = 10 km, à cet effet.

L'exemple suivant vous démontrera comment dessiner un vecteur en suivant une échelle et en représentant l'angle sur papier.

Exemple 1 :

Utiliser l'échelle 1 cm = 50 km afin de représenter un vecteur de déplacement de 175 km à 15° N.-E.

<u>Solution</u>

Premièrement, trouvons la longueur du vecteur : $175\ km \times \frac{1{,}0\ cm}{50\ km} = 3{,}5\ cm$

Maintenant, dessinons le vecteur de 3,5 cm de long, à un angle de 15° au nord de l'est (Fig. 1.3).

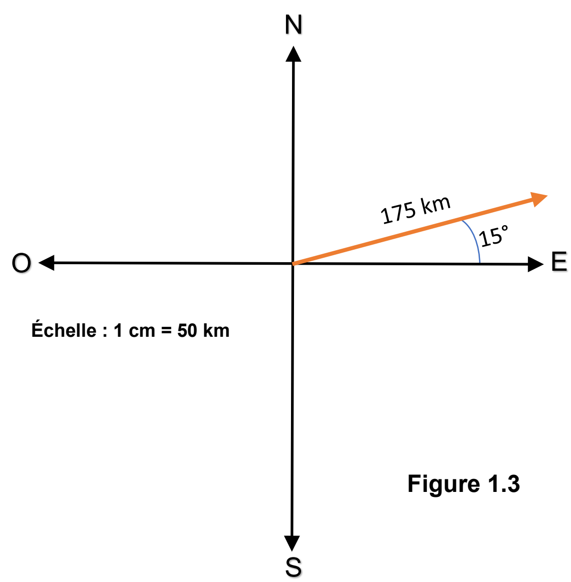


Figure 1.3

Il existe différentes façons d'exprimer l'orientation d'un vecteur. Dans Fig. 1.3, nous avons un vecteur à 15° au nord de l'est.

On peut exprimer ce vecteur des façons suivantes :

- « 15° N.-E. »,
- « Nord 15° Est »,
- « N 15° E ».

On aurait pu aussi le noter comme « Est 75° Nord » ou « E 75° N », si on avait choisi de le mesurer en partant du point cardinal nord.

Notation de vecteurs :

On peut dénoter un vecteur par une lettre avec une flèche par-dessus, par exemple $\vec{v}, \vec{B}$, ou $\vec{A}$. Cette notation est utilisée en notant des vecteurs sur papier. Nous allons employer le texte gras pour dénoter les vecteurs dans ce cours, donc **v**, **B**, et **A**. La longueur (magnitude) du vecteur **A** est noté $|A|$.

Compléter les problèmes suivants :

Utilisez l'échelle 1 cm = 50 km afin de trouver la longueur du vecteur qui représente chaque déplacement. Dessine ensuite chaque vecteur à l'échelle.

1. Déplacement de 75 km à l'ouest.
2. Déplacement de 125 km vers le sud.
3. Déplacement de 160 km à 30° Nord-Est.
4. Déplacement de 285 km à 65° Sud de l'Ouest.
5. Déplacement de 117 km à 23° Nord-Ouest.

Utilise l'échelle ½ po = 15 mi afin de trouver la longueur du vecteur qui représente chaque déplacement. Dessine ensuite chaque vecteur à l'échelle.

6. Déplacement de 120 mi à l'est.
7. Déplacement de 55 mi vers le nord.
8. Déplacement de 185 mi à 82° Ouest de Sud.
9. Déplacement de 68 mi à 56° Sud-Ouest.
10. Déplacement de 133 mi à 39° Nord de l'Est.

Module 1 : la force et le mouvement

Composantes vectorielles

Les vecteurs fournissent un outil efficace pour analyser le mouvement. Nous pouvons remplacer plusieurs vecteurs par un seul vecteur, appelé le vecteur résultant. Nous pouvons également prendre un seul vecteur et le décomposer en une combinaison de vecteurs, appelée vecteurs composants. Cela nous donne plusieurs approches potentielles au même problème. Le tout nous permet souvent de simplifier considérablement le problème, en profitant des propriétés des vecteurs pour l'examiner sous différents angles.

Le plan cartésien

Avant de continuer l'étude des vecteurs, rappelons-nous du plan cartésien. Le plan cartésien est représenté par un axe horizontal « x » et un axe vertical « y ». Le point où les deux axes se croisent s'appelle l'origine.

Pour orienter un vecteur dans le plan cartésien, on utilise une coordonnée : la variation des valeurs de « x » et « y » par respect du point d'origine du vecteur.

$$(\Delta x, \Delta y)$$

Sur le plan cartésien, les deux nombres qui caractérisent le vecteur, les composantes vectorielles, sont représentés par les valeurs des axes :

- la composante verticale est la variation de y (Δy),
- la composante horizontale est la variation de x (Δx).

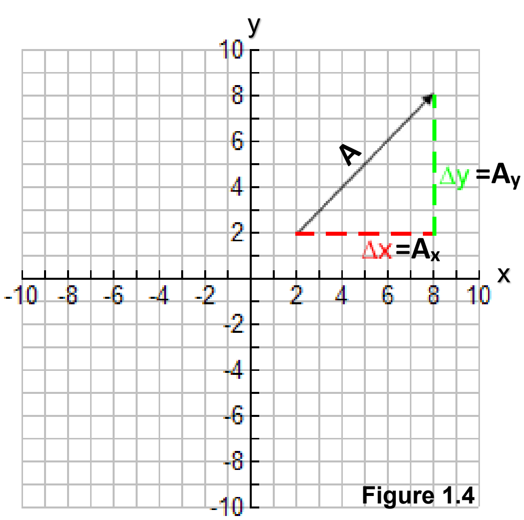


Figure 1.4

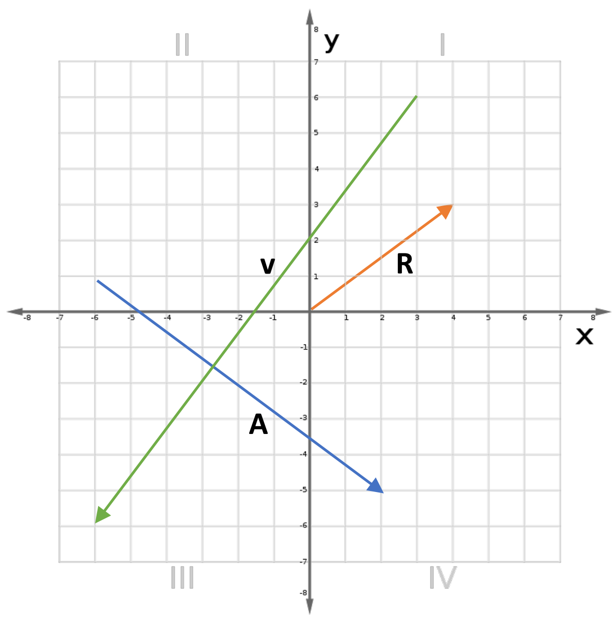
Dans la figure 1.4, le vecteur **A** est la somme des composantes vectorielles Δx et Δy. On peut représenter les composantes d'un vecteur dans le plan cartésien en associant à l'axe qu'il représente, soit x ou y. La composante verticale est la composante-y (**A**$_y$) et la composante horizontale, composante-x (**A**$_x$).

Les composantes x et y des vecteurs peuvent être exprimées sous forme de nombre. La valeur absolue du nombre correspond à la magnitude du vecteur composant (la longueur sur le plan cartésien) et le signe (positif ou négatif) correspond à la direction de la composante. Le tableau suivant l'illustre :

composante-x	composante-y
+, vers la droite	+, vers le haut
-, vers la gauche	-, vers le bas

Exemple

Trouve les composantes x et y des vecteurs dans la figure suivante :



$\mathbf{R}_x = +4$ $\mathbf{R}_y = +3$

$\mathbf{A}_x = +8$ $\mathbf{A}_y = -6$

$\mathbf{v}_x = -9$ $\mathbf{v}_y = -12$

Trouver les composantes d'un vecteur

Quand un vecteur débute à l'origine, on appelle ceci la position standard. Un vecteur en position standard est exprimé en termes de sa magnitude et son angle θ. L'angle θ est toujours mesuré du sens antihoraire, partant de l'axe des abscisses positifs (valeurs positives « x »).

En cherchant les composantes x et y d'un vecteur donné sans le plan cartésien, nous utilisons la trigonométrie pour trouver les magnitudes de composantes.

Exemple 1

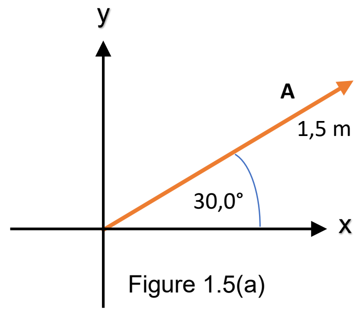


Figure 1.5(a)

Trouver les composantes x et y du vecteur :

A = 1,5 m à 30°

Premièrement, on dessine le vecteur en position standard [Fig. 1.5(a)].

Ensuite, on dessine un triangle rectangle représentant les composantes x et y du vecteur [Fig. 1.5(b)]. La valeur absolue de la composante x du vecteur est la longueur du côté adjacent de l'angle de 30°. Donc, pour trouver la magnitude de $\mathbf{A}_x$, on utilise le cosinus :

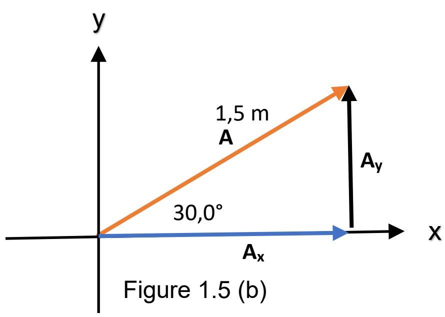


Figure 1.5 (b)

$$\cos 30° = \frac{\textit{côté adjacent de } 30°}{\textit{hypoténeuse}} = \frac{|\boldsymbol{A}_x|}{1{,}5\ \mathrm{m}}$$

$$|\boldsymbol{A}_x| = (\cos 30°)(1{,}5\ \mathrm{m})$$

$$|\boldsymbol{A}_x| = 1{,}30\ \mathrm{m}$$

Puisque la composante x se dirige dans la direction positive, $\mathbf{A}_x$ = +1,30 m.

La valeur absolue de la composante y du vecteur est la longueur du côté opposé de l'angle de 30°. Donc, pour trouver la magnitude de $\mathbf{A}_y$ on utilise le sinus :

$$\sin 30° = \frac{\textit{côté opposé de } 30°}{\textit{hypoténeuse}} = \frac{|\boldsymbol{A}_y|}{1{,}5\ \mathrm{m}}$$

$$|\boldsymbol{A}_y| = (\sin 30°)(1{,}5\ \mathrm{m})$$

$$|\boldsymbol{A}_y| = 0{,}75\ \mathrm{m}$$

Puisque la composante y se dirige dans la direction positive, $\mathbf{A}_y$ = +0,75 m.

Exemple 2

Trouver les composantes x et y du vecteur :

B = 25 km à 130°

Premièrement, on dessine le vecteur en position standard [Fig. 1.6(a)].

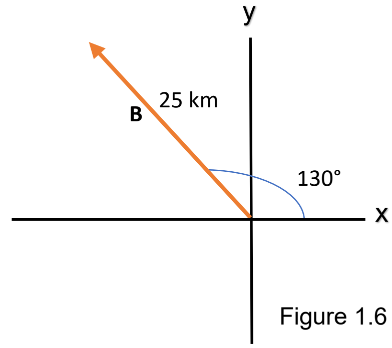


Figure 1.6 (a)

Ensuite, on dessine un triangle rectangle représentant les composantes x et y du vecteur [Fig. 1.6 (b)]. Nous représentons l'angle aigu entre le vecteur et l'axe horizontal par α. La valeur de l'angle α est (180° - 130° = 50°). La valeur absolue de la composante x du vecteur est la longueur du côté adjacent de l'angle de α. Donc, pour trouver la magnitude de $\mathbf{B}_x$ on utilise le cosinus :

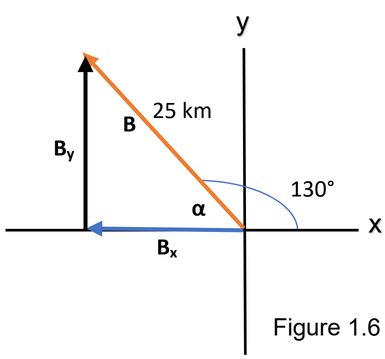


Figure 1.6 (b)

$$\cos 50° = \frac{côté\ adjacent\ de\ 50°}{hypoténeuse} = \frac{|B_x|}{25\text{ m}}$$

$$|B_x| = (\cos 50°)(25\text{ m})$$

$$|B_x| = 16{,}07\text{ m}$$

Puisque la composante x se dirige dans la direction négative, $\mathbf{B}_x$ = -16,07 m.

La valeur absolue de la composante y du vecteur est la longueur du côté opposé de l'angle de α. Donc, pour trouver la magnitude de $\mathbf{B}_y$ on utilise le sinus :

$$\sin 50° = \frac{côté\ opposé\ de\ 50°}{hypoténeuse} = \frac{|B_y|}{25\text{ m}}$$

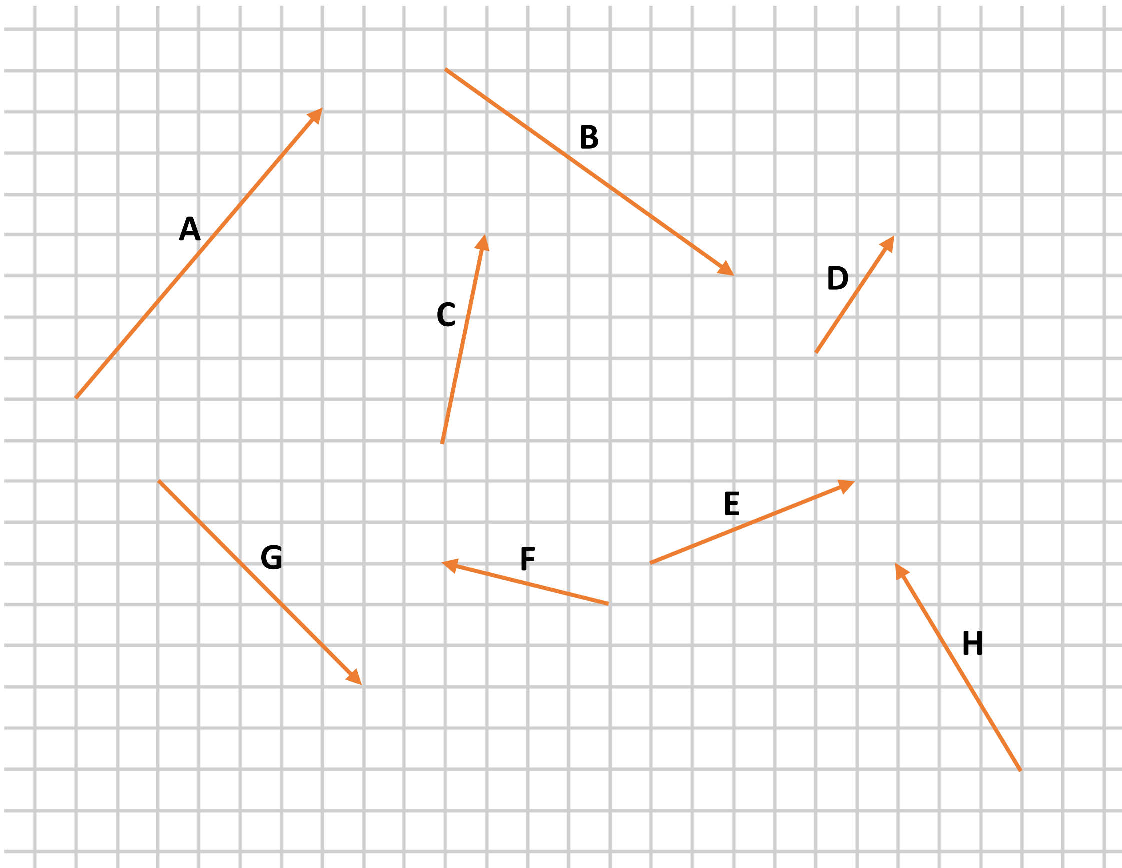
$$|B_y| = (\sin 50°)(25\text{ m})$$

$$|B_y| = 19{,}15\text{ m}$$

Puisque la composante y se dirige dans la direction positive, $\mathbf{B}_y$ = +19,15 m.

Complétez les problèmes suivants :

1. Trouvez les composantes x et y des vecteurs dans le diagramme suivant :



2. Dessine chaque vecteur en position standard. Utilise l'échelle 1 cm = 10 m.

   a. **A** = 30 m à 35°
   b. **B** = 30 m à 170°
   c. **C** = 25 m à 100°
   d. **D** = 25 m à 22°
   e. **E** = 15 m à 331°
   f. **F** = 36 m à 465°

3. Trouver les composantes x et y de chaque vecteur du numéro 2.
4. Trouver les composantes x et y des vecteurs suivants en position standard.

   a. **A** = 18,9 m à 32,5°
   b. **B** = 63,5 km à 67°
   c. **C** = 556 mi à 100°
   d. **D** = 22,5 m à 92,3°
   e. **E** = 15,8 po à 12,7°
   f. **F** = 6,48 pi à 215,2°

Module 1 : la force et le mouvement

Additionner les vecteurs

Tout déplacement peut résulter de plusieurs combinaisons de déplacements. La somme de plusieurs déplacements est appelée le vecteur résultant.

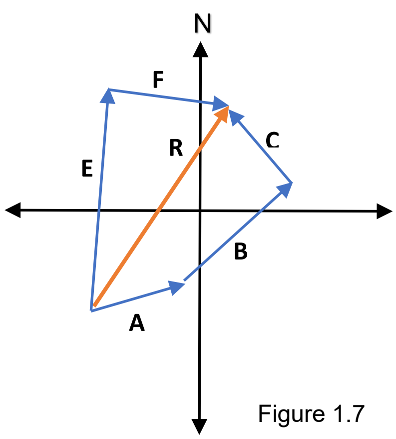


Figure 1.7

Dans la figure 1.7, le vecteur **R** est le vecteur résultant de deux sommes différentes de vecteurs. Il est vecteur résultant de la somme des vecteurs **A**, **B**, et **C** et la somme des vecteurs **E** et **F**. C'est-à-dire :

A + **B** + **C** = **R** et **E** + **F** = **R**

À noter qu'il est pratique d'utiliser les points cardinaux pour résoudre des problèmes de vecteurs géographiques. (Voir Fig. 1.8)

Exemple

Trouver le vecteur résultant d'un voilier qui navigue 15 km Est, ensuite 20 km vers le Sud, ensuite 30 km 30° Nord de Ouest.

Solution

Nommons les vecteurs avec lettres dans l'ordre donné : **A**, **B**, **C**.

Choisissons une échelle qui permet de dessiner les vecteurs sur une feuille de papier graphique, mais qui donne des vecteurs assez grands pour être précis. (Dans cet exemple, 1 cm = 5 km et chaque carré représente 0,5 cm. Ton échelle sera peut-être différente que celle sur l'écran.)

Trouvons les longueurs des vecteurs à dessiner :

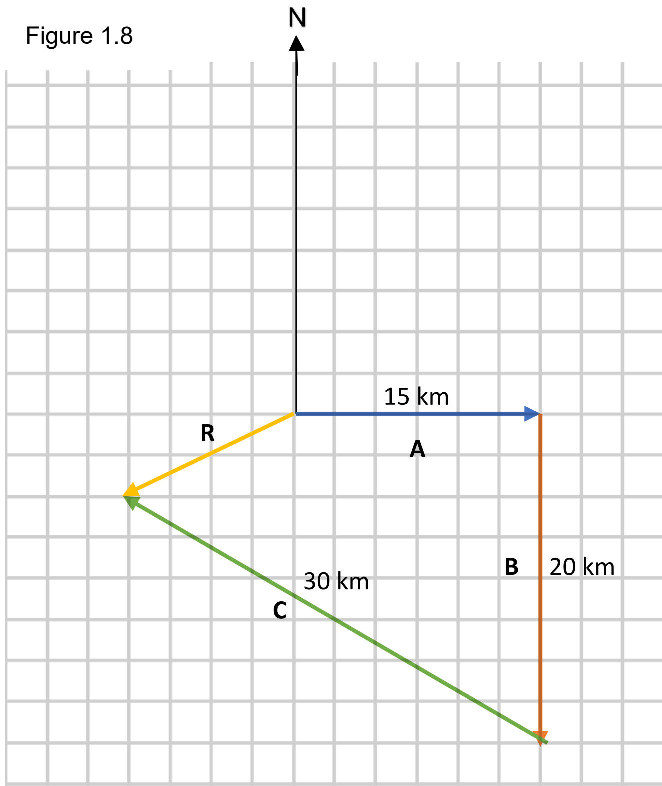
$$|\boldsymbol{A}| = 15\ km \times \frac{1\ cm}{5\ km} = 3\ cm$$

$$|B| = 20\ km \times \frac{1\ cm}{5\ km} = 4\ cm$$

$$|C| = 30\ km \times \frac{1\ cm}{5\ km} = 6\ cm$$

Dessinons maintenant les vecteurs en partant d'un point choisi :

Figure 1.8



On dessine chaque vecteur tête-bêche, dans l'ordre donné. Ceci nous permet enfin de dessiner le vecteur résultant (**R**) avec précision, du point de départ du premier vecteur (origine) jusqu'à la fin du dernier vecteur dessiné. (L'ordre de l'addition ou de la construction des vecteurs n'a pas d'importance; le vecteur résultant y est indépendant.)

Si nous avons bien mesuré les longueurs et les angles, nous pouvons mesurer le vecteur résultant avec une règle pour y déterminer la magnitude. Un rapporteur d'angle nous permet de mesurer l'angle pour pouvoir exprimer l'orientation.

Dans ce cas, le vecteur résultant **R** mesure 2,23 cm, donc à l'échelle la magnitude du vecteur résultant est 11,15 km.

Le vecteur **R** mesure 11,15 km à 63,4° Ouest du Sud.

Trouver un vecteur résultant de ses composantes

Pour trouver le vecteur résultant **R** par ses composantes $\mathbf{R_x}$ et $\mathbf{R_y}$:

1. Créer un triangle rectangle où le vecteur résultant **R** est l'hypoténuse et ses composantes forment les deux autres côtés du triangle.
2. Trouver la magnitude du vecteur résultant en utilisant le théorème de Pythagore : $|\boldsymbol{R}| = \sqrt{|\boldsymbol{R}_x|^2 + |\boldsymbol{R}_y|^2}$
3. Trouver l'orientation du vecteur en utilisant la trigonométrie pour trouver un des angles aigus formés par les composantes et le vecteur résultant.

À noter :

Les étapes ci-dessus s'appliquent à tous les vecteurs résultants quand nous savons les composantes de ce dernier. On oriente le vecteur résultant final à partir d'un point de référence.

En position standard, on utilise l'axe des abscisses (x) positif.

On peut aussi utiliser les points cardinaux pour orienter le point de référence.

Exemple

Trouve le vecteur **A** en position standard à partir de ses composantes, $\mathbf{A}_x$ = -6 m et $\mathbf{A}_y$ = +8,0 m.

Solution

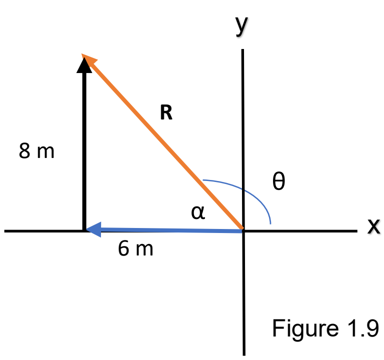


Figure 1.9

Dessine le graphique des composantes et le vecteur résultant (l'hypoténuse) en premier (Figure 1.9). Trouve ensuite la magnitude de **A** en utilisant le théorème de Pythagore :

$$|A| = \sqrt{|A_x|^2 + |A_y|^2} = \sqrt{(6{,}0\ \mathrm{m})^2 + (8{,}0\ \mathrm{m})^2}$$

$$|\boldsymbol{A}| = 10{,}0\ \mathrm{m}$$

Maintenant, trouve l'angle α :

$$\tan\alpha = \frac{\text{côté opposé à }\alpha}{\text{côté adjacent à }\alpha} = \frac{8\ \mathrm{m}}{6\ \mathrm{m}} = 1{,}33\alpha = 53{,}1°$$

Puisqu'on demande la réponse en position standard, on doit trouver l'angle entre le vecteur résultant et l'axe x positif :

θ = 180° - α = 180° - 53,1° = 126,9°

Donc, **A** = 10,0 m à 126,9°.

L'addition de vecteurs par leurs composantes

En exprimant les composantes x et y d'un vecteur comme valeurs numériques signées (nombres avec un signe positif ou négatif), on peut trouver le vecteur résultant de plusieurs vecteurs sans dessin.

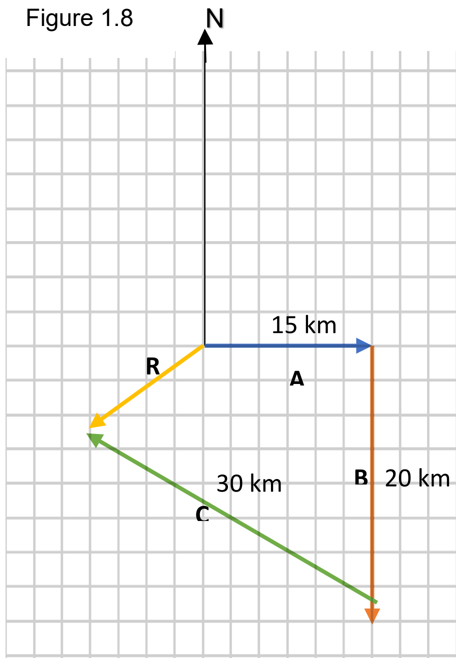
On trouve le vecteur résultant **R** de toute combinaison de vecteurs, tel que **R** = **A** + **B** + **C**, en utilisant la trigonométrie :

1. Trouver les composantes x de chaque vecteur individuel et les additionner. Cette somme est la composante x du vecteur résultant. $\mathbf{R_x} = \mathbf{A_x} + \mathbf{B_x} + \mathbf{C_x}$,
2. Trouver les composantes y de chaque vecteur individuel et les additionner. Cette somme est la composante y du vecteur résultant. $\mathbf{R_y} = \mathbf{A_y} + \mathbf{B_y} + \mathbf{C_y}$,
3. Trouver la magnitude du vecteur résultant **R** en utilisant le théorème de Pythagore : $|\boldsymbol{R}| = \sqrt{|R_x|^2 + |R_y|^2}$.
4. Trouver l'orientation du vecteur résultant **R** en utilisant la trigonométrie (en créant un triangle rectangle du vecteur résultant et ses composantes) et un point de référence (ex. la position standard ou les points cardinaux).

Exemple

Prenons l'exemple précédent du voilier :

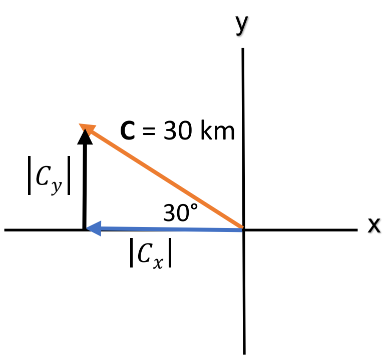
Figure 1.8



Trouver le vecteur résultant d'un voilier qui navigue, **A** = 15 km est, **B** = 20 km sud , **C** = 30 km nord 30° ouest.

En dessinant encore la figure 1.8 pour référence, on voit que deux des vecteurs ont qu'une seule composante. Le vecteur **A** voyage en direction Est (parallèle à l'axe x) et donc, n'aura pas de composante verticale y. La magnitude du vecteur **A**, peut donc être décrite par sa composante $|A_x|$ = 15 km. Le vecteur **B** voyage en direction sud, donc sa magnitude peut être décrite par $|B_y|$ = 20 km.

Trouvons maintenant les composantes du vecteur **C** en créant un triangle rectangle avec les composantes $|C_x|$ et $|C_y|$:



L'angle de 30° Nord de Ouest est adjacent à la composante $|C_x|$, donc :

$|C_x| = |C| \cos 30° = (30 \text{ km})(\cos 30°) = 25{,}98 \text{ km}$

$|C_x| = -26$ km

La composante-x voyage dans la direction négative x, donc sa magnitude est négative.

La composante-y est opposée à l'angle de 30°, donc nous utilisons le sinus :

$|C_y| = |C| \sin 30° = (30 \text{ km})(\sin 30°) = 15 \text{ km}$

$|C_y| = 15$ km La composante-y voyage dans la direction positive y.

Maintenant, nous pouvons appliquer les étapes d'addition de vecteur pour trouver la magnitude et la direction du vecteur résultant :

1. Composante-x :

$\mathbf{R_x} = A_x + B_x + C_x$ $\mathbf{R_x}$ = 15 km + 0 km + (-26 km) = 15 km – 26 km

$\mathbf{R_x}$ = -11 km (Le vecteur résultant voyage dans la direction négative x)

2. Composante-y :

$\mathbf{R_y} = A_y + B_y + C_y$ $\mathbf{R_y}$ = 0 km + (-20 km) + 15 km = -5 km

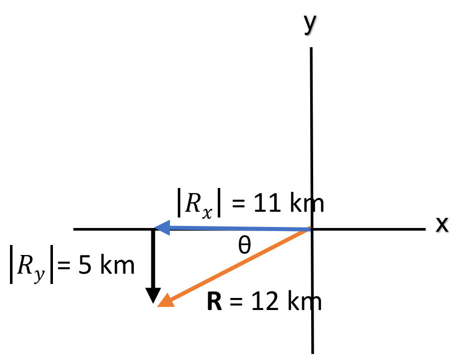
$\mathbf{R_y}$ = -5 km (Le vecteur résultant voyage dans la direction négative « y »)

3. Magnitude du vecteur résultant :

Nous avons maintenant les magnitudes des composantes x et y de notre vecteur résultant. On peut trouver la magnitude du vecteur résultant **R** en utilisant le théorème de Pythagore :

$$|\boldsymbol{R}| = \sqrt{|11 \text{ km}|^2 + |5 \text{ km}|^2} = 12{,}08 \text{ km} \cong 12 \text{ km}$$

4. Finalement, il nous faut la direction du vecteur résultant. On utilise le vecteur résultant et ses composantes pour créer un triangle rectangle pour calculer l'angle du vecteur résultant :



L'angle θ est opposé à $|R_y|$ et adjacent à $|R_x|$, donc nous utilisons la tangente :

$$\tan\theta = \frac{opposé}{adjacent} = \frac{5\ km}{11\ km}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{5\ km}{11\ km}) = 24{,}4°$$

La direction est 24,4° dans la direction négative des axes x et y, équivalent à 24,4° Sud de l'Ouest.

Donc, le vecteur résultant, **R**, est de 12 km 24,4° Sud de l'Ouest.

À noter : On peut choisir d'utiliser soit le sinus, le cosinus ou la tangente pour le calcul de l'angle. Puisque nous connaissions avec plus de précision les magnitudes des composantes du vecteur résultant que la magnitude du vecteur même, nous avons utilisé la tangente, pour un résultat aussi précis que possible.

Complétez les problèmes suivants :

1. Utiliser du papier quadrillé pour trouver les vecteurs résultants des groupes de déplacements suivants :

2 déplacements :

a. 15 km plein est, ensuite 25 km plein nord.
b. 600 m plein sud, ensuite 1 400 m plein ouest.
c. 120 mi à 24° Ouest de Nord, ensuite 320 mi à 64° Sud de l'Ouest.
d. 1 500 m à 55° Est de Sud, ensuite 3 200 m à 22° Sud de l'Ouest.
e. 128 km à 67° Nord de l'Est, ensuite 188 km à 46° plein Ouest.

3+ déplacements :

f. 23 mi à 34° Nord de l'Est, ensuite 32 mi à 26° Est de Nord, ensuite 38 mi plein Ouest.
g. 137 km à 78° Ouest de Sud, ensuite 32 km à 31° Nord de l'Ouest, ensuite Est de Nord.
h. 14 km à 5° Sud de l'Est, ensuite 16 km à 18° Est de Sud, ensuite 12 km à 55° Ouest de Sud.

La cinématique

Introduction au mouvement

Le concept de mouvement est quelque chose qui est intuitif. Même si vous hésitez sur la façon de définir officiellement le mouvement, vous pouvez le voir. De quels types de mesures aurions-nous besoin si nous voulions une image complète et précise du mouvement ?

De toute évidence, nous aurions besoin de longueurs pour nous dire jusqu'*où* quelque chose s'est déplacé. Parfois, nous aurions besoin d'ajouter une direction avec la longueur, pour savoir non seulement jusqu'où, mais dans quel *sens* quelque chose s'est déplacé. Ce qui n'est peut-être pas si évident, c'est que nous avons également besoin de mesures du temps si nous voulons une image complète et exacte du mouvement. En plus de la **distance** et de la **direction** du mouvement, nous avons besoin de savoir <u>à quelle vitesse</u> : cela nous oblige à combiner le temps avec la longueur et la direction.

La distance et le déplacement

La distance et le déplacement sont deux quantités connexes, mais différentes. Même si ces deux termes sont souvent utilisés de façon interchangeable dans le langage quotidien, techniquement, ce sont deux choses très différentes. C'est une des premières fois dans ce cours où des termes auront un sens différent dans l'utilisation quotidienne commune et dans la science et la technologie. Il est essentiel d'utiliser tous les termes dans le sens scientifique plutôt que dans le sens quotidien pour éviter de commettre des erreurs facilement évitables.

Nous examinerons à la fois les définitions formelles et informelles de la distance et du déplacement. Vous devez connaître les deux, mais il est généralement plus facile d’apprendre et de visualiser les concepts, à l’aide de définitions informelles. Vous êtes libre d’exprimer ces définitions dans vos propres mots, tant que ceux-ci expriment pleinement et correctement le concept.

Déplacement

Formellement – Le déplacement est le changement de position d'un objet.

Informellement – Le déplacement est à quel point un objet est loin de l'endroit où il a commencé.

Le déplacement est une **quantité vectorielle** et l'unité de mesure standard du Système international d'unités (SI) est le mètre.

Distance

Formellement – La distance est la somme des magnitudes des déplacements d'un objet.

Informellement – La distance parcourue par un objet au total.

La distance est une **quantité scalaire** et l'unité de mesure standard du SI est le mètre.

À noter :

En plus de pouvoir définir les quantités physiques, il est également nécessaire de les identifier comme des quantités scalaires ou vectorielles. Par exemple, si on vous demandait lors d'un examen de faire la distinction complète entre la distance et le déplacement, vous devriez commencer par définir les deux. Si vous vous en teniez à cette réponse, ce ne serait pas suffisant. Pour obtenir tous les points, vous devriez également préciser que la distance est une quantité scalaire, tandis que le déplacement est une quantité vectorielle.

Exemple

a) Vous roulez pendant 10 km à l'est vous tombez en panne d'essence. Quelle est votre distance et quel est votre déplacement ? (Conseil : tenez compte des définitions de ces quantités)

La *distance* est la distance que vous avez parcourue au total : 10 km.

Le *déplacement* est la distance à laquelle vous êtes loin de l'endroit où vous avez commencé, de sorte que votre déplacement est de 10 km **à l'est**. (le déplacement est un vecteur, de sorte qu'il faut spécifier la direction).

Vitesse et vecteur vitesse

Nous allons maintenant définir quelques quantités qui intègrent le passage du temps avec des changements de position. En d’autres termes, après avoir traité la distance parcourue et la direction dans laquelle le déplacement a pris place, nous allons maintenant nous occuper de la vitesse du mouvement. Les définitions officielles de ces quantités sont très simples; nous ne nous préoccuperons pas de leurs définitions informelles.

Vitesse

La vitesse est le taux de changement de distance. La vitesse est une quantité scalaire et les unités standard sont les mètres par seconde (m/s). Le symbole qui dénote la vitesse est v.

$$vitesse = \frac{distance}{temps}$$

Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse est le taux de changement de déplacement. Le vecteur vitesse est une quantité vectorielle; les unités standard sont aussi m/s. Le symbole qui dénote le vecteur vitesse est $\vec{\boldsymbol{v}}$.

$$vecteur\ vitesse = \frac{déplacement}{temps}$$

Quand tous les détails du mouvement sont importants, nous utilisons habituellement des vitesses instantanées et des vecteurs vitesse à un moment précis dans le temps. Le compteur de vitesse d’un véhicule, par exemple, affiche une vitesse instantanée, car il indique à quelle vitesse le véhicule se déplace à chaque instant dans le temps.

Nous utilisons généralement des vitesses moyennes et des vecteurs vitesse, qui sont définis comme suit :

$$vitesse\ moyenne = \frac{distance\ totale}{temps}$$

$$vecteur\ vitesse\ moyen = \frac{déplacement\ total}{temps} = \frac{déplacement\ total}{temps}$$

Exemple 1

a) Vous conduisez de Londres à Toronto en 2 heures. Calculez la vitesse moyenne et le vecteur vitesse moyen en km/h pour ce voyage. (Supposons que Toronto se trouve exactement à 190 km de Londres et que l'autoroute 401 court parfaitement tout droit est-ouest)

La clé pour résoudre ce problème est de commencer par les définitions correctes, non seulement de la vitesse et du vecteur vitesse, mais aussi de la distance et du déplacement, parce que la vitesse et le vecteur vitesse sont calculées à partir de celles-ci.

La procédure consiste d'abord à écrire l'équation, puis à afficher les substitutions ou sous-calculs, ainsi qu'à donner la réponse finale avec des unités et la direction si nécessaire.

$$vitesse\ moyenne = \frac{distance\ totale}{temps} = \frac{190\ km}{2\ h} = 95\ km/h$$

$$vecteur\ vitesse\ moyen = \frac{déplacement\ total}{temps} = \frac{190\ km\ est}{2\ h} = 95\ km/h\ est$$

b) Vous opérez un demi-tour et conduisez 90 km jusqu'à Guelph en 60 minutes. Quelle était votre vitesse moyenne et quel était votre vecteur vitesse moyen en km/h pour le trajet total ?

En plus d'être prudent avec l'utilisation de toutes les définitions, comme en partie a), vous devez également être prudent avec l'utilisation d'unités. Ici, nous avons un temps exprimé en minutes qui doit être converti en heures avant de l'utiliser dans tous les calculs.

$$vitesse\ moyenne = \frac{distance\ totale}{temps} = \frac{190\ km + 100\ km}{2\ h + 1\ h} = \frac{290\ km}{3\ h} = 96{,}7\ km/h$$

$$\vec{\boldsymbol{v}}\ moyen = \frac{déplacement\ total}{temps} = \frac{(190\ km - 100\ km)est}{2\ h + 1\ h} = \frac{90\ km\ est}{3\ h} = 30\ km/h\ est$$

Notez que dans la partie b), nous avons obtenu des valeurs numériques très différentes pour la vitesse et le vecteur vitesse. C'est parce qu'il y a eu un changement de direction. Depuis que la direction a changé, la distance parcourue au total n'était plus la même que la distance à laquelle tu es loin de l'endroit où tu as commencé. Cela signifie que la distance et le déplacement ont des valeurs numériques différentes. Par conséquent, la vitesse et le vecteur vitesse auront également des valeurs numériques différentes. Cela fait ressortir un point important. S'il y a un changement de direction du mouvement, les valeurs numériques de distance et de déplacement ne peuvent pas être échangées et les valeurs numériques de vitesse et de vecteur vitesse non plus.

La relation entre le déplacement, le vecteur vitesse moyen et le temps peut être exprimé par une équation générale :

$$\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{moyen}} = \frac{s}{t}$$

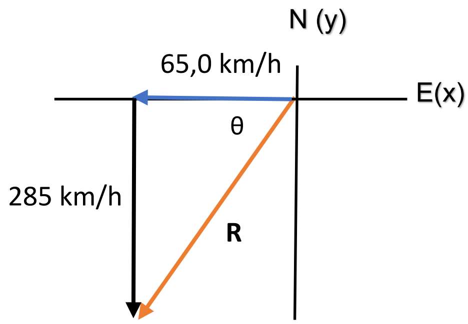
où s = déplacement, $\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{moyen}}$ = vecteur vitesse moyen, t = temps

Jusqu'à maintenant, nous n'avons vu que des exemples avec un point de référence fixe, c'est-à-dire que nous avons examiné le mouvement du corps en question, sans mouvement extérieur. Si nous prenons l'exemple d'un avion dans l'air, le vecteur vitesse du vent aura un impact sur le vecteur vitesse de l'avion par rapport à la terre. Nous calculons ce nouveau vecteur vitesse en calculant le vecteur résultant du mouvement du vent et de l'avion.

Exemple 2

Un avion vole plein sud à une vitesse de 285 km/h et rencontre un vent directement de l'est d'une vitesse de 65 km/h. Quelle est le vecteur vitesse de l'avion par rapport à la Terre, en assumant que le nouveau vecteur vitesse de l'avion est la somme des vecteurs vitesse originaux du vent et de l'avion ?

En premier, on représente les vecteurs vitesse en diagramme; le vent forme la composante-x du vecteur vitesse résultant et le vecteur vitesse original de l'avion forme la composante-y. Le vecteur résultant **R** est le vecteur vitesse de l'avion par rapport à la Terre.



Pour trouver l'angle du vecteur résultant, on utilise la tangente, puisque nous connaissons les magnitudes des vecteurs composants.

$$\tan\theta = \frac{opposé}{adjacent} = \frac{285\ \mathrm{km/h}}{65\ \mathrm{km/h}}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{285\ \mathrm{km/h}}{65\ \mathrm{km/h}}\right) = 77{,}15° \cong 77{,}2°$$

La direction du nouveau vecteur vitesse de l'avion est dans la direction 77,2° Sud de l'Ouest.

La magnitude du vecteur vitesse résultant se trouve en appliquant le théorème de Pythagore :

$$|\boldsymbol{R}| = \sqrt{|285\ \mathrm{km/h}|^2 + |65\ \mathrm{km/h}|^2} = 292{,}32\ \mathrm{km/h} \cong 292\ \mathrm{km/h}$$

Donc, le vecteur résultant qui représente le vecteur vitesse de l'avion par rapport à la terre est 292 km/h à 77,2° Sud de l'Ouest.

Complétez les problèmes suivants :

1. Trouvez la vitesse moyenne de chaque situation. (Unités cherchées)
    a. Un bateau voyage 230 mi dans 8 heures. (mi/h)
    b. Une voiture voyage 380 km dans 4 heures. (km/h)
    c. Un sprinteur couvre une distance de 200 m dans 22,34 s. (m/s)
    d. La lune voyage 2 500 000 km autour de la Terre en 28 jours. (km/h)
    e. Une voiture de course complète un circuit de 2,75 km de longueur en 46 s. (km/h)

2. En conduisant à 80 km/h, combien de distance pouvez-vous couvrir en 5,5 h ?
3. Lors d'un marathon, vous courez à une vitesse moyenne de 9,8 min/mi. Si la distance du marathon est 26,2 mi, combien de temps prendrez-vous à finir ?
4. La vitesse moyenne d'un transport est de 95 km/h. Combien de temps prendra-t-il à couvrir une distance de 1 295 km ?
5. Trouver le vecteur vitesse pour chaque déplacement et temps.
   a. 220 km ouest en 3 h
   b. 1 200 mi nord en 8 h
   c. 123,6 m à 30° Nord de l'Est en 23,6 s
   d. 320 km à 65° Est de Sud en 3,25 h
   e. 55,5 mi à 43,7° Ouest de Nord en 0,8 h
6. La ville de Sudbury est à 424,3 km de la ville d'Ottawa, en ligne droite. Sudbury se trouve à 16° Nord de l'Ouest d'Ottawa. La route entre Ottawa et Sudbury est 481,9 km de long. Si on prend 6,48 h à compléter le voyage sur l'autoroute, calculez :
   a. la vitesse moyenne du trajet,
   b. le vecteur vitesse du déplacement total (le trajet de ligne droite).
7. Un traversier doit franchir la rivière Hudson, qui sépare la ville de New York de New Jersey. Il part du quai Midtown de New York et se rend au Port Impérial à Weehawken, New Jersey, situé à 30° Nord de l'Est. Le traversier a une vitesse moyenne de 45 km/h. Si le courant dans la rivière

circule à une vitesse de 4,2 km/h dans la direction plein Sud, quel est le vecteur vitesse que doit suivre le traversier pour contrecarrer le vecteur vitesse du courant de la rivière ?

Accélération

Nous avons maintenant appris à traiter la magnitude, la direction et la vitesse de mouvement, mais que se passe-t-il si la vitesse change ? Pour bien comprendre ce nouvel aspect du mouvement, nous devrons introduire une autre nouvelle quantité : l'accélération. L'accélération est définie comme suit :

Accélération : L'accélération est le taux de changement de vitesse.

L'accélération est une quantité vectorielle et les unités standard sont m/s^2, (mètres par seconde carrée) et qui signifie le changement de vitesse en mètres par seconde, à chaque seconde.

En tant qu'équation, cette définition devient :

$$accélération = \frac{changement\ de\ vecteur\ vitesse}{temps\ écoulé} = \frac{\vec{v}\ final - \vec{v}\ initial}{temps\ écoulé}$$

Autrement dit, la relation est représentée par l'équation suivante :

$$\boldsymbol{\Delta v} = \boldsymbol{at}$$

$\boldsymbol{\Delta v} =$ changement de vitesse

$\boldsymbol{a} =$ accélération

$\boldsymbol{t} =$ temps écoulé

La lettre Grec Δ (delta) est utilisée pour représenter « changement de ».

L'équation générale pour déterminer l'accélération est donc :

$$\boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{\Delta v}}{\boldsymbol{\Delta t}}$$

Exemple 1 :

Un véhicule arrêté (v = 0 m/s) à une intersection accélère quand le feu de circulation change de rouge à vert, pour atteindre une vitesse de 15 m/s en 8,0 s. Trouvez son accélération.

Les données du problème :

$\Delta\boldsymbol{v}$ = 15 m/s ($\boldsymbol{v}_{\text{finale}}$) – 0 m/s ($\boldsymbol{v}_{\text{initiale}}$) $\Delta\boldsymbol{v}$ = 15 m/s

Δt = 8 s a = ?

L'équation : $\boldsymbol{a} = \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta\boldsymbol{t}}$

$$\boldsymbol{a} = \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta\boldsymbol{t}} = \frac{15\ \text{m/s}}{8\ \text{s}} = 1{,}875\,\frac{\text{m/s}}{\text{s}} \cong 1{,}88\ \text{m/s}^2$$

Donc le véhicule accélère par 1,88 mètres par seconde chaque seconde.

> **À noter** : les unités typiques d'accélération sont les m/s^2 et les pi/s^2.

Exemple 2 :

Un camion sur l'autoroute 400 N ralenti d'une vitesse de 95 km/h à 40 km/h en préparation pour prendre la rampe de sortie du chemin Essa à Barrie. Ceci lui prend 12 s. Quelle est son accélération ?

Les données du problème :

$\Delta\boldsymbol{v}$ = 40 km/h ($\boldsymbol{v}_{\text{finale}}$) – 95 km/h ($\boldsymbol{v}_{\text{initiale}}$) $\Delta\boldsymbol{v}$ = - 55 km/h

Δt = 12 s a = ?

L'équation : $\boldsymbol{a} = \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta\boldsymbol{t}}$

$$\boldsymbol{a} = \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta\boldsymbol{t}} = \frac{-55\ \text{km/h}}{12\ \text{s}} = -4{,}58\dot{3}\ \frac{\text{km/h}}{\text{s}}$$

Donc, le camion accélère par -4,58 km/h chaque seconde.

> **À noter** : Quand une accélération est négative, cela signifie que l'objet a subi un ralentissement ou qu'il a décéléré.

Un à côté :

L'accélération est un autre terme que tu dois prendre soin d'utiliser dans le sens technique, plutôt que dans le sens quotidien. Dans le langage courant, accélérer signifie simplement augmenter la vitesse. Sur le plan technique, accélérer signifie un changement de vecteur vitesse. La vitesse peut augmenter ou elle peut diminuer ; ainsi, accélérer peut signifier une augmentation de vitesse ou cela peut signifier ralentir.

Cependant, n'oubliez pas que le vecteur vitesse est une valeur vectorielle, ce qui signifie qu'il a une direction. Même si un objet se déplace à un rythme constant, s'il change de direction, par définition sa vitesse change, et donc, par définition, il accélère. Par conséquent, il existe trois façons différentes qu'un objet peut subir une accélération : il peut accélérer, ralentir ou changer de direction. Il est important de ne pas oublier ce troisième aspect de l'accélération.

Complétez les problèmes suivants :

1. Trouvez l'accélération de l'automobile dans les cas suivants :
    a. de 0 à 20 m/s en 2 s
    b. de 0 à 35 m/s en 3,2 s
    c. de 30 m/s à 45 m/s en 1,8 s
    d. de 55 km/h à 80 km/h en 5,8 s (trouver la réponse en m/s^2)
    e. de 25 mi/h à 35 mi/h en 2,2 s (trouver la réponse en pi/s^2)

2. Un train applique les freins pour ralentir de 110 km/h à 35 km/h en 26 s. Trouver son accélération.

3. Une fusée décolle et accélère à 11,2 m/s^2 pendant 22 s. De combien a-t-elle augmenté sa vitesse en m/s ? en km/h ?

4. Combien de temps prend un camion qui accélère à 3,45 m/s^2 pour se rendre à une vitesse de 80 km/h d'une vitesse initiale de 0 ?

5. Une voiture arrive à repos (vitesse = 0) à un signe d'arrêt. Si elle roulait à 55 km/h et a pris 4,8 s à s'arrêter, quelle était son accélération ?

Solutions aux problèmes de vecteurs

1. 1,5 cm
2. 2,5 cm
3. 3,2 cm
4. 5,7 cm
5. 2,3 cm

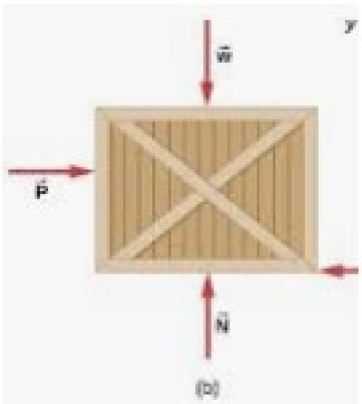
6. 4 po
7. 1,8 po
8. 6,2 po
9. 2,3 po
10. 4,4 po

*Faites vérifier vos dessins par votre formateur ou votre formatrice.

Le travail

Le travail est ce qui se produit quand un objet est déplacé d’une position à une autre, après l’application d’une force.

Le travail (W) est le produit de la force (F) et du déplacement (d). **W = F x ∆d**



6.2 Friction | University Physics Volume 1
courses.lumenlearning.com

> Un à côté :
>
> Selon l’équation du travail, on peut déterminer les unités qui y sont associées. La force est exprimée en newtons (N), tandis que le déplacement est exprimé en mètres (m). Donc, travail = force X déplacement = newton X mètre = Nm
>
> On donne le nom de « joule » aux unités de Nm en l’honneur du physiciste anglais James P. Joule, qui a démontré que la chaleur est une forme d’énergie et a eu un rôle à jouer dans le développement de la théorie de conservation de l’énergie.

Attention comment vous utilisez le terme « travail ». Dans le langage journalier, travail est synonyme d’effort, mais en physique, il est le produit de la force et du déplacement.

Peu importe la grandeur de la force exercée, si elle ne résulte pas en un déplacement, aucun travail n’aura été effectué.

Le travail effectué sur un objet par une force peut être positif ou négatif. Le travail effectué par une force sera positif lorsque la force agit dans la même direction que le mouvement de l’objet. Donc, le travail effectué par une force est négatif lorsque la force agit dans la direction opposée de la direction du mouvement de l’objet. Le travail, cependant, n’est pas une quantité vectorielle. Il n’a pas de direction comme telle. Le travail est une quantité scalaire qui exprime seulement une magnitude.

Note : Le travail dépend de trois facteurs :

- La force appliquée sur l'objet qui résulte en son déplacement.
- La distance sur laquelle l'objet est déplacé. S'il n'y a pas de déplacement, il n'y a pas de travail.
- La direction de la force puisque si la force est perpendiculaire au mouvement, il n'y a pas de travail.

Visionne la vidéo Eureka pour revoir ce qu'est le travail :

https://www.youtube.com/watch?v=cJLrDIjSexw

Exemple 1

Examinons le cas suivant :

Une grue soulève un piano de 300 kg jusqu'au deuxième étage pour le placer dans une salle qui se trouve à une hauteur de 2,72 m du sol. La force exercée par la grue se trouve dans le même sens que la distance effectuée. Quel est le travail effectué par la grue?

Solution :

Nous savons que le travail (W) est le produit de la force (F) et du déplacement (d).

Les données du problème :

F = Nous savons que la force gravitationnelle, ou la pesanteur (F_g) du piano est sa masse X accélération gravitationnelle (9,8 m/s^2), donc m x a

$F = m \times a$

$F = 300\ kg \times 9{,}8\ m/s^2$

$= 2\ 940\ kg \times m/s^2$ ou 2 940 N

$d = 2{,}72\ m$

$W = ?$

Équation : $W = F \times d$

On peut substituer ces valeurs dans l'équation qui définit le travail, soit :

W = F x d

= 2 940 N X 2,72 m

= 7 996,8 Nm

= 7 996,8 J

= 8,00 x 10^3 J (3 chiffres significatifs)

Exemple 2

Un employé applique une force de 50,0 N sur un chariot contenant des tuiles dont la masse totale est de 350 kg et déplace celui-ci sur une distance de 50 mètres. Quel travail a été accompli par cet employé ?

Les données du problème :

F = 50 N

d = 50 m

Masse = 350 kg

W = ?

Équation : W = F x d

Que faire du 350 kg ? Celui-ci est la masse de l'objet. On peut établir son poids gravitationnel, qui représente l'attraction de la gravité sur cet objet (les tuiles).

F_g = m X a = 350 kg X 9,8 m/s^2 = 3 430 N

Puisque ce vecteur pointe vers la direction du sol, ce n'est pas la direction du mouvement du chariot, donc cette valeur n'est pas la force à considérer dans ce problème. Le travail est le produit de la force appliquée par l'employé sur le chariot dans la direction du déplacement de 50 m.

En substituant les données dans l’équation :

$$W = F \times d$$

$$= 50\ N \times 50\ m$$

$$= 2\ 500\ N\ m$$

$$= 2\ 500\ J$$

$$= 2{,}50 \times 10^3\ J\ (3\ c.s.)$$

Exemple 3

N’oublie pas que le travail est défini comme le produit de la force appliquée sur un objet dans la direction du déplacement et la grandeur de ce déplacement. Si la force exercée n’est pas dans la direction du mouvement, comment peut-on calculer le travail dans ce cas ?

Par exemple, Marco applique une force constante de 200 N à un angle de 30º pour tirer son réfrigérateur sur une distance de 30 m. Quel est le travail accompli ?

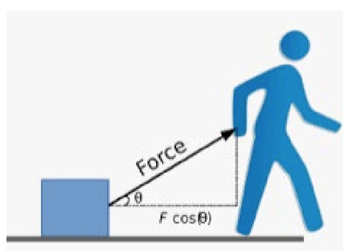
Les données du problème :

$F = 200\ N$

$d = 30\ m$

$\theta = 30º$

$W = ?$



La direction de la force peut être calculée à l’horizontale selon le diagramme ci-dessus.

Équation à utiliser :

$$W = F \times d \times \cos \theta$$

En substituant les données dans l'équation :

$W = F \times d \times \cos \theta$

$= 200\ N \times 30\ m \times \cos 30^{\circ}$

$= 5\ 196\ J$

$= 5 \times 10^{3}\ J$ (3 c.s.)

Complétez les problèmes suivants :

1. Étant donné que :

   $F = 18{,}0\ N$

   $d = 3{,}5\ m$

   $W = ?$

2. Étant donné que :

   $W = 450\ J$

   $d = 15\ m$

   $F = ?$

3. Étant donné qu'un objet de 25 kg est soulevé verticalement d'une distance de 2,1 m. Quel est le travail effectué?

4. Étant donné que :

   $F = 3\ 400\ N$

   $d = 50\ m$

   $\theta = 37{,}5^{\circ}$

   $W = ?$

5. Myriam a défriché une plate-bande dans sa cour arrière pour planter des semences. Elle déplace des roches pour aider à retenir le sol.

a) Elle pousse sur une roche avec une force constante de 260 N et parvient à la déplacer de 5 m. Quel est le travail accompli ?

b) Elle pousse sur une deuxième roche immense avec une force de 340 N et ne parvient pas à la déplacer. Quel est le travail accompli ?

6. Combien de travail est effectué par un tracteur qui soulève un rouleau de foin de masse 325 kg, du sol jusqu'à une hauteur de 5,3 m?

7. Combien de travail est effectué pour pousser une roche de 100 kg sur une distance de 3 m si la force exercée pour la déplacer est de 450 N?

La puissance

Des situations durant laquelle le travail accompli sur un objet est effectué sur une période sont assez communes. On lui attribue une quantité physique, la puissance, celle-ci étant définie comme : le taux d'effectuer un travail.

$$P = W / \Delta t$$

Un à côté :

Selon l'équation de la puissance, on peut déterminer les unités qui y sont associées. Le travail est exprimé en Joules (J) tandis que le temps est exprimé en secondes (s). Donc, Puissance (P) = Travail (W) / temps (Δt)

$$P = W / \Delta t$$

$$P = \text{Énergie transférée} / \text{Temps}$$

$$P = F \times d / \Delta t$$

L'unité pour la force est le N. L'unité pour le déplacement est le m.

Donc,

$$\begin{aligned} P &= N \times m / s \\ &= J / s \\ &= \text{watt (W)} \end{aligned}$$

Selon le système métrique, le watt est l'unité de puissance. Le watt est attribué à James Watt, un ingénieur et inventeur écossais, responsable du développement du premier moteur à vapeur efficace. Puissance est souvent exprimée en kilowatts (kW) ou mégawatts (MW).

Attention à la façon dont vous utilisez le terme « puissance ». Dans le langage quotidien, la puissance est synonyme de force. Mais en physique, puissance **n'est pas** la mesure de force, mais plutôt le taux de travail qu'une source d'énergie peut effectuer. Donc, même si une très grande force est appliquée sur un objet, si la force n'est pas appliquée de sorte qu'un déplacement en résulte, il n'y a pas de travail fait, donc pas de puissance requise.

Exemple 1

Pour soulever une pierre du sol pour la placer sur une autre pierre, un jeune homme effectue 240 J de travail. Ça lui prend 3 s pour accomplir cette tâche. Quelle puissance a-t-il développé ?

Les données du problème :

Travail (W) = 240 J

Temps (t) = 3 s

P = ?

Équation : $P = W / \Delta t$

$= 240 \text{ J} / 3 \text{ s}$

$= 80 \text{ J/ s} = 80 \text{ W}$

Il a développé une puissance de 80 W pour effectuer cette tâche.

Exemple 2 :

Quelle est la puissance du moteur d'un train sur une montagne russe si sa masse est de 15 t et qu'il effectue une montée de 85 m en un temps de 45 s?

Les données du problème :

d = 85 m

Masse = 15 t

Temps = 45 s

P = ?

Équation : $P = W / \Delta t$

Le travail représente la force x le déplacement. La force est représentée par la masse et l'effet de la gravité sur celle-ci. Donc,

$F = mg = 15 \text{ t} \times 9{,}80 \text{ m/s}^2$ (15 t peut être substitué par 15 000 kg puisque 1 t = 1000 kg)

En substituant les données dans l'équation :

$P = F \times d / \Delta t$

$P = mg \times d / \Delta t$

$P = 15\,000 \text{ kg} \times 9{,}80 \text{ m/s}^2 \times 85 \text{ m} / 45 \text{ s}$

$= 277\,666{,}67 \text{ kg} \times \text{m}^2 / \text{s}$ ou $277\,666{,}67$ W

$= 277{,}7$ kW

$= 2{,}8 \times 10^2$ kW (2 c.s.)

La puissance du moteur de ce train est de $2{,}8 \times 10^2$ kW.

Voici des exemples de puissance moyenne d'appareils et éléctroménagers communs :

Appareil	Puissance moyenne
Chargeur de téléphone mobile	5 W
Ampoule de basse consommation	10 W
Mélangeur	200 W
Sèche-cheveux	600 W
Four à micro-ondes	800 W
Grille-pain électrique	1 000 W
Lave-vaisselle	1 500 W
Sèche-linge	3 000 W

Les appareils ménagers et plusieurs machines effectuent de grandes transformations d'énergie. Jusqu'à maintenant, on a identifié l'unité pour le travail comme le joule (J). Cette quantité est très petite. En observant la facture d'Hydro, on remarque que l'utilisation de l'énergie (le travail) est représentée par le kilowattheure. Ceci désigne une autre façon de représenter les unités pour le travail.

Celle-ci peut être déduite à partir de l'équation de puissance. La puissance est définie comme le taux de temps pour effectuer un travail et est représentée par l'équation

$P = W / \Delta t$

Si on réorganise cette équation, on peut représenter le travail (W) selon la puissance (P) x le temps (t).

$W = P \times \Delta t$

Donc, lorsqu'on discute du travail effectué par les électroménagers qui effectuent de grandes transformations d'énergie, on peut utiliser une unité de mesure qui représente mieux ces quantités. Cette unité est le kilowattheure (kWh). Cette quantité représente le travail effectué par un appareil de puissance 1 kW pendant une période d'une heure.

Exemple 4

Quel travail (en kWh) est effectué par un moteur électrique de 6 300 W durant une période de 3,5 h?

Les données du problème :

Travail (W) = ?

Temps (t) = 3,5 h

P = 6 300 W

Équation : $P = W / \Delta t$

Réorganisation de l'équation

$W = P \times \Delta t$

$= 6\,300 \text{ W} \times 3{,}5 \text{ h}$

$= 22\,050 \text{ W} \times \text{h}$ ou bien 22 kWh (2 c.s.)

Le travail effectué par ce moteur est de 22 kWh.

Complétez les problèmes suivants :

1. Étant donné que :

   W = 150 J

   t = 3 s

   P = ?

2. Étant donné que :

   P = 1200 W

   t = 60 s

   W = ?

3. Étant donné que :

   P = 2,5 kW

   W = 3 500 J

   t = ?

4. Quelle est la puissance développée lorsqu'une haltérophile soulève une masse de 300 kg sur une distance de 1,9 m en un temps de 2,5 s?

5. Hassan et Richard effectuent le même travail. Si Hassan prend trois fois plus de temps pour accomplir sa tâche que Richard, comparez les puissances de Hassan et de Richard.

6. Quel temps prend un moteur de 750 W pour élever une masse de 250 kg à une hauteur de 15 m ?

7. Une poutre de métal de 475 kg est soulevée d'une distance de 25 m dans un temps de 23 s. Quelle puissance est requise pour effectuer cette tâche ?

8. Un moteur peut développer une puissance de 15 kW. Quelle masse peut-il soulever de 55 m dans un temps de 15 s ?

9. Le moteur d'un escalier roulant a une puissance de 12 kW. Combien de personnes de masse moyenne de 85 kg peuvent être transportées sur une distance de 6 m dans une minute ?

10. Un moteur électrique a une puissance de 6 500 W. Combien de travail (en kilowattheures) est effectué par celui-ci durant une période de 1,5 h ?

Les machines simples

Si nous avions à effectuer toutes les tâches journalières en utilisant simplement notre corps, nous serions assez limités à ce que l'on peut faire. Par exemple, il serait difficile d'enlever un clou d'une planche avec nos mains sans avoir recours à un poinçon. À travers l'histoire, l'humain a inventé une vaste collection d'outils qui aident à transporter des objets lourds, à se déplacer d'un endroit à un autre et même à nous transporter jusqu'à la Lune. Si nous examinons de plus près ces outils, nous y retrouverons des similarités. Il semblerait que plusieurs de ces outils qui facilitent notre vie, sont conçus à partir d'un ou d'une combinaison de quelques-unes des six machines simples.

Une machine simple est un appareil constitué de peu de pièces, qui permet de fournir un travail en utilisant une force réduite pour accomplir celui-ci.

Même si celles-ci sont simples dans leur conception, elles s'avèrent très utiles. Elles nous aident à multiplier les forces et à transférer l'énergie de façon à rendre des tâches impossibles plus faciles.

Les machines peuvent être utilisées pour multiplier une force, comme un cric de voiture qui aide à soulever un poids qu'on ne pourrait pas soulever autrement, pour multiplier la vitesse, comme les engrenages d'une bicyclette nous permettent de se déplacer plus rapidement ou pour changer la direction, comme une poulie nous aide à hausser un drapeau. Avec toute machine, deux forces sont mises en jeu, l'effort et la résistance. L'effort est la force qui est appliquée sur la machine, tandis que la résistance est la force que la machine doit surmonter.

Lorsque tu utilises une machine simple, tel le cric de voiture, tu remarques que lorsqu'une petite force est exercée sur une plus longue distance, celle-ci résulte à soulever une plus lourde pesanteur mais sur une distance plus courte. Puisque le travail est conservé, la force exercée fois sa distance est équivalente à la force de résistance (la pesanteur de l'auto) fois la distance soulevée.

Cette relation est l'énoncé de la loi des machines simples :

Force appliquée (de l'effort) x distance de l'effort = force de résistance x distance de résistance.

L’avantage mécanique

L’avantage mécanique (AM) ou gain mécanique représente le rapport entre la grandeur de la force résistante avec la grandeur de la force appliquée ou de l’effort. On représente cette relation selon l’équation :

AM = force résistante / force effort

Notez que l’avantage mécanique n’a pas d’unités.

Types de machines simples

Les six types de machines simples sont :

- Le levier.
- La roue et l’essieu.
- La poulie.
- Le plan incliné.
- La vis.
- Le coin.

Vous avez sûrement utilisé celles-ci dans la vie quotidienne, vous pourrez maintenant comprendre le fonctionnement de ces machines du point de vue de la physique appliquée.

Le plan incliné

Le plan incliné consiste en une surface plane rigide qui se trouve à un angle de la surface horizontale. Celle-ci permet de réduire la force requise pour soulever un objet. Plutôt que d'appliquer la force de bas en haut pour soulever l'objet, il est possible d'appliquer une force réduite sur l'inclinaison. Le degré d'inclinaison et la longueur du plan affectent différemment la force requise. La vidéo suivante présente de l'expérimentation qui te permettra d'observer comment ces deux facteurs influencent la force requise avec le plan incliné.

Le plan incliné vidéo expérimentation Science Nord

https://www.youtube.com/watch?v=Wm1hjZP_VH8

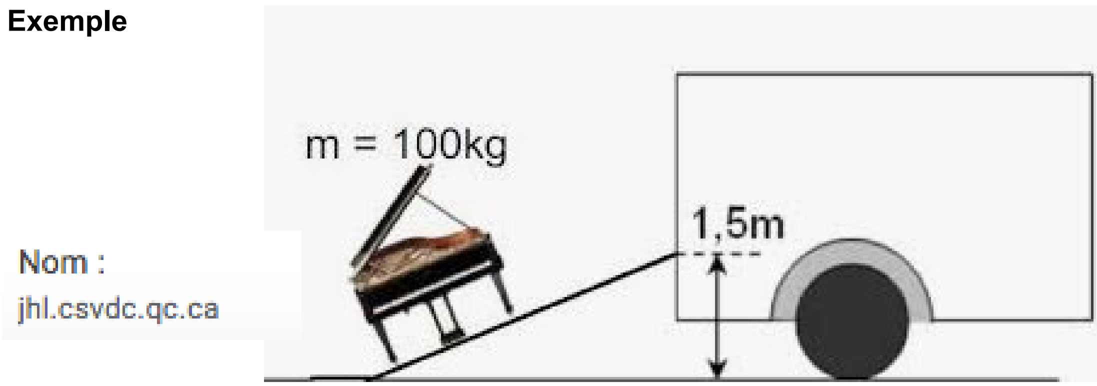
Selon la vidéo, tu auras observé que la surface du plan est aussi critique à permettre une réduction dans la force utilisée. Une surface plus lisse est plus favorable comparée à une surface rugueuse à cause de la friction mise en jeu.

Voici des exemples de plan incliné dans la vie quotidienne :

Le travail effectué en soulevant un objet le long du plan incliné est équivalent au travail effectué pour soulever l'objet (force résistante) verticalement à la hauteur désirée (distance résistance). Pour calculer le travail effectué, il faut multiplier la force appliquée (force effort) x la longueur du plan (distance de l'effort). Donc, selon la loi des machines simples,

$$F_{\text{résistance}} \times d_{\text{résistance}} = F_{\text{effort}} \times d_{\text{effort}}$$

Exemple



Si la rampe pour déplacer le piano est d'une longueur de 4,25 m et que la force résistante du piano est de 980 N, quel est l'effort utilisé pour tirer le piano jusqu'au camion ?

Les données du problème

$F_{\text{résistante}} = 980$ N

$d_{\text{résistance}} = 1,5$ m

$d_{\text{effort}} = 4,25$ m

$F_{\text{effort}} = ?$

L'équation de la loi des machines simples

$$F_{\text{résistance}} \times d_{\text{résistance}} = F_{\text{effort}} \times d_{\text{effort}}$$

$$980 \text{ N} \times 1,5 \text{ m} / 4,25 \text{ m} = F_{\text{effort}}$$

$$345,88 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 = F_{\text{effort}}$$

$$346 \text{ N} = F_{\text{effort}}$$

$$3,5 \times 10^2 \text{ N} = F_{\text{effort}}$$

Complétez les problèmes suivants :

1. Étant donné que :

F_{effort} = 35,2 N

$F_{résistance}$ = 50,0 N

$d_{résistance}$ = 3,3 m

longueur de la rampe requise (d_{effort}) = ?

2. Étant donné que :

$F_{résistante}$ = 245 N

F_{effort} = 100,0 N

$d_{résistance}$ = 2,5 m

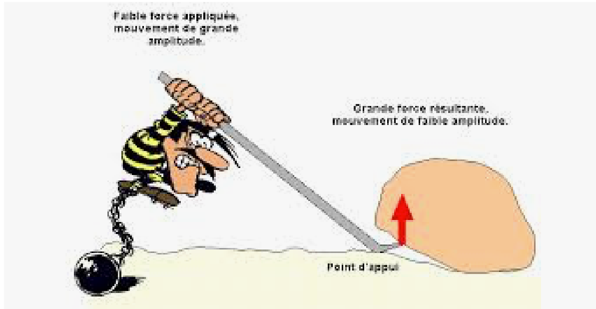
longueur de la rampe requise = ?

3. On planifie utiliser une rampe et de l'accrocher à la boîte d'un camion pour soulever une armoire de force 343 N dans la boîte. La boîte du camion se trouve à 1,68 m du sol. Si la force de l'effort est de 85 N, quelle longueur de rampe a-t-on besoin ?

4. Un plan incliné est de 12,5 m de long et 3,2 m de haut. Quel est son avantage mécanique ?

5. Une planche de 2,3 m de long est utilisée comme plan incliné pour rejoindre un mur de 1,5 m de hauteur.
   a) Quelle force doit-on utiliser pour pousser une roche de force 2107 N sur le mur ?
   b) Quel est l'avantage mécanique d'utiliser cette rampe ?
   c) Si on double la longueur de la rampe, quelle sera la force requise pour soulever la roche jusqu'au mur ?

Le levier



Equilibres et principe des leviers
cm1cm2.ceyreste.free.fr

Le levier est une machine simple qui consiste en une barre solide libre de pivoter sur un point fixe qu'on appelle le pivot ou point d'appui.

La force motrice (force effort) est la force exercée pour effectuer le travail. Le bras de levier est la distance entre le point d'appui et la force motrice. La force résistante est la force à vaincre qui est créée par la charge. Le bras de résistance est celui qui se trouve entre la charge et le point d'appui.

La loi des machines simples peut être représentée par l'équation suivante pour les leviers :

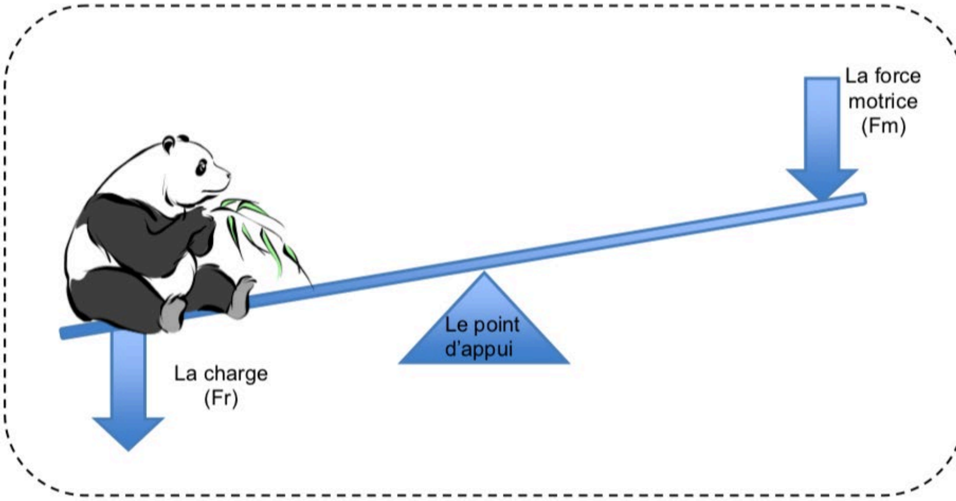
$F_{résistante}$ x longueur du bras de résistance = F_{effort} x longueur du bras de levier

$$F_{résistante} \times d_{résistante} = F_{effort} \times d_{effort}$$

Les types de levier

Il existe trois catégories de leviers :

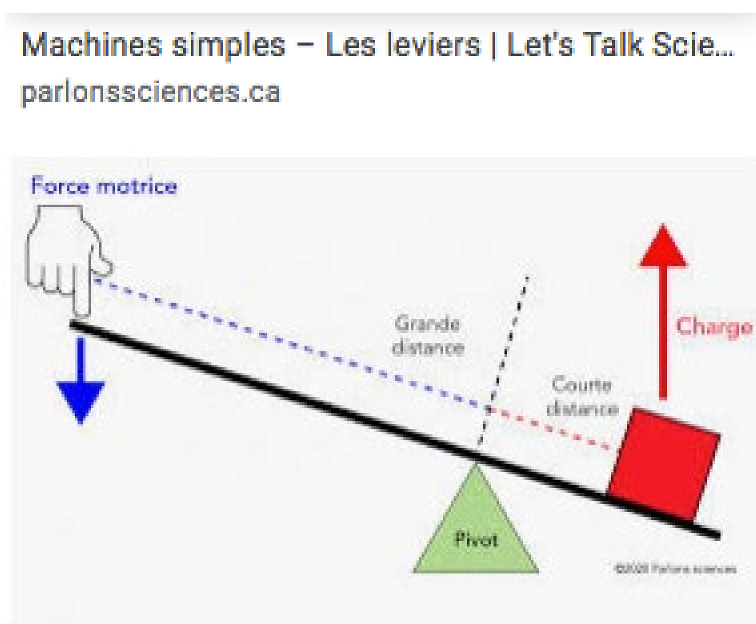
1. Le levier inter-appui :



Ces images sont obtenues du document suivant :

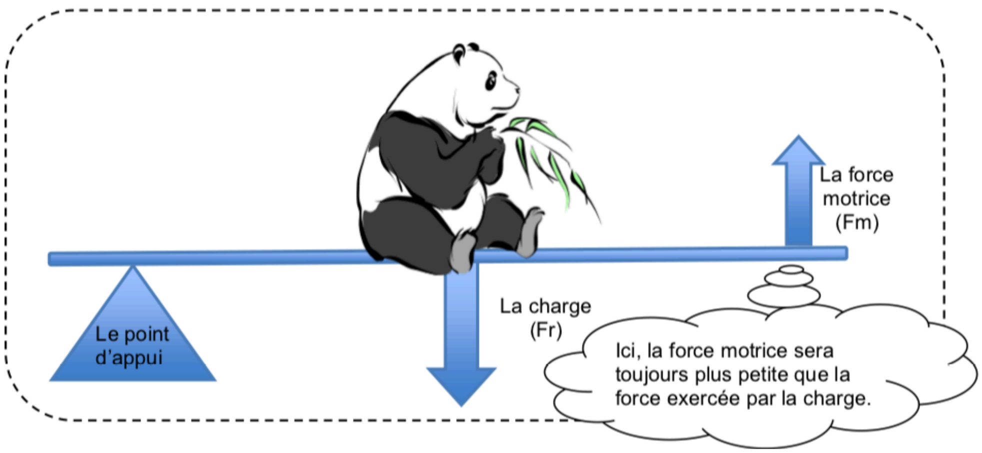
http://cdpsciencetechno.org/wp-content/uploads/2015/04/capsule_levier_2015.pdf

La balançoire à bascule est un levier inter-appui. Dans ce type de levier, le point d'appui se trouve entre la force motrice et la force résistante. La force motrice est exercée au point de force au bout du bras de levier.



D'autres exemples de leviers inter-appui incluent les ciseaux, les pinces pour couper le fil de fer, le pied de biche entre autres.

2. Le levier inter-résistant :



Une brouette est un exemple de levier inter-résistant. Dans ce type de levier, la force résistante se trouve entre le point d'appui et la force motrice. La force motrice est exercée au point de force au bout du bras de levier (qui est mesuré du point d'appui jusqu'où la force motrice est exercée) et sera toujours plus petite que la force résistante.

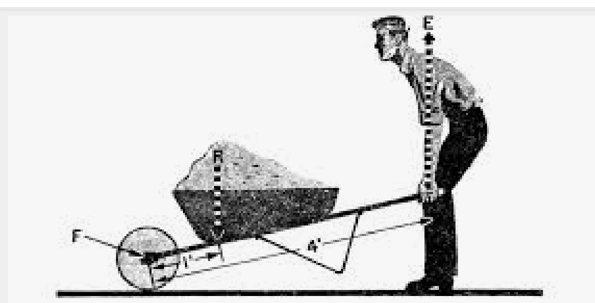
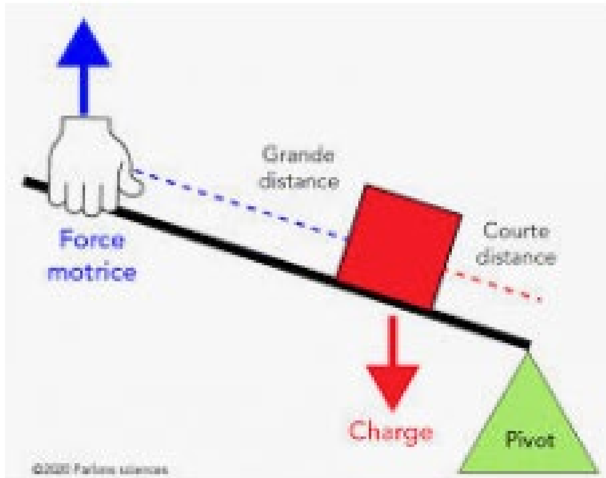


Fig. 3.— Le principe du levier mis en application dans la brouette ordinaire permet de soulever avec facilité de lourdes charges.

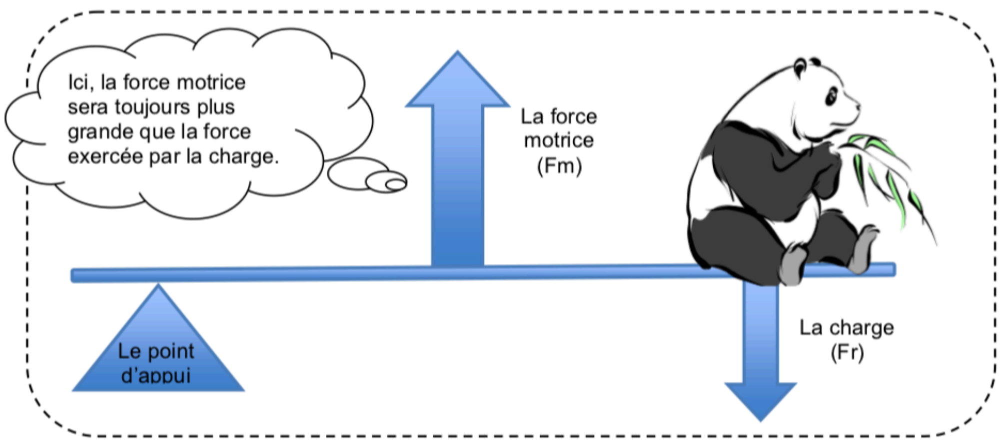
Le Levier Introduction
zpag.net



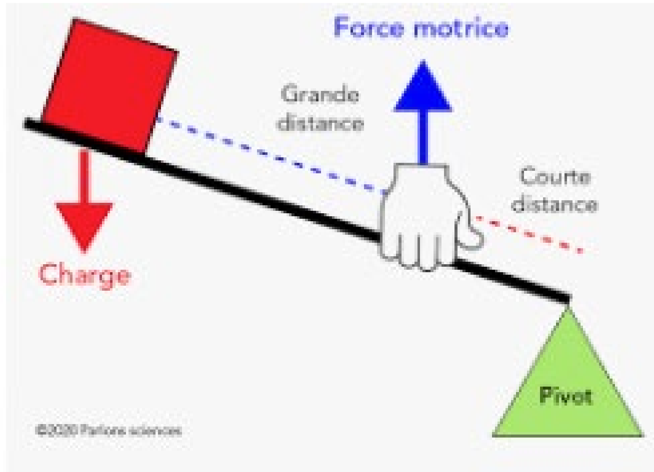
Machines simples – Les leviers | Let's ...
parlonssciences.ca

D'autres exemples de leviers inter-résistant : le casse-noisettes, le presse-ail et la porte de la voiture.

3. Le levier inter-effort (inter-moteur) :



Une agrafeuse est un exemple d'un levier inter-effort. Dans ce type de levier, la force motrice se trouve entre le point d'appui et la force résistante. Le bras de levier pour la force motrice est moins long que celui de la force résistante. Dans ce type de levier, la force motrice est toujours plus grande que la force exercée par la charge. L'avantage mécanique est toujours moins de 1 pour ce type de levier.



Machines simples – Les leviers | Let's Tal...
parlonssciences.ca

D'autres exemples de levier inter-effort : la canne à pêche, le bâton de hockey, le balai, les brucelles ou pinces à épiler et les pinces à barbecue.

Visionner la vidéo suivante qui expérimente comment la force appliquée varie avec le levier.

https://www.youtube.com/watch?v=JxBihay_eV0

Exemple 1

Une brouette de 1,15 m de long contient 90 kg de terreau pour le jardin. Celui-ci se trouve à 35 cm de l'essieu. Quelle force sera requise pour soulever celle-ci ? Quel est l'avantage mécanique de cette machine simple ?

Les données du problème

$m_{résistance}$ = 90,0 kg

$d_{résistance}$ = 35,0 cm

d_{effort} = 1,15 m

F_{effort} = ?

Selon l'équation : $F_{résistante} \times d_{résistante} = F_{effort} \times d_{effort}$

$$(m_{résistante} \times g) \times d_{résistante} = F_{effort} \times d_{effort}$$

$$(90{,}0 \text{ kg} \times 9{,}80 \text{ m/s}^2) \times 0{,}350 \text{ m} = F_{effort} \times 1{,}15 \text{ m}$$

$$882 \text{ N} \times 0{,}350 \text{ m} = F_{effort} \times 1{,}15 \text{ m}$$

$$308{,}7 \text{ kg} \times \text{m}^2/\text{s}^2 / 1{,}15 \text{ m} = F_{effort}$$

$$268{,}43 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 = F_{effort}$$

$$268 \text{ N} = F_{effort}$$

La force requise pour soulever celle-ci est de 268 N.

Pour calculer l'avantage mécanique : AM = force résistante / force effort

= 882 N / 268 N

= 3,29

L'avantage mécanique est de 3,29.

Compléter les problèmes suivants :

1. Étant donné :
   $F_{résistante}$ = 35 N

   F_{effort} = 6 N

   $d_{résistante}$ = 2,3 cm

   d_{effort} = ?

2. Étant donné : $F_{résistante}$ = 185 N F_{effort} = ? $d_{résistante}$ = 31,8 cm d_{effort} = 68,3 cm

3. On se sert d'une barre pour soulever un bloc de béton de 150 kg. Le point d'appui se trouve à 90 cm du bloc. Si la force requise pour soulever le bloc est de 625 N, à quelle distance du bloc se trouve-t-on ? (n'oubliez pas que la formule pour la loi des machines donne la distance du bras de levier, jusqu'au point d'appui).

4. Quelle est la longueur du bras de levier résistant qui permet de soulever une masse de 50,5 kg à partir d'une force motrice de 255,5 N si le bras de levier moteur de ce levier inter-résistant est de longueur 35 cm.

La roue et l'essieu

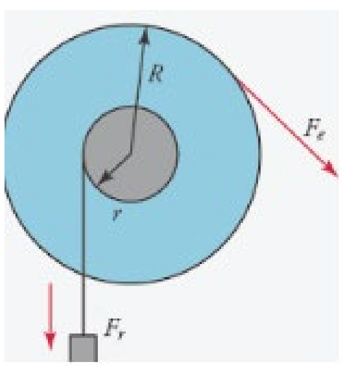
La roue et l'essieu constituent une machine simple qui consiste en une grosse roue associée à un essieu de façon que les deux tournent en même temps et créent un mouvement de rotation. Celle-ci réduit la friction dans le déplacement d'un objet, facilitant le mouvement de celui-ci. La différence dans la grosseur de la roue et de l'essieu permet de diminuer la force à appliquer ou d'augmenter la distance parcourue.

La loi des machines simples s'applique à la roue et à l'essieu :

$F_{résistante}$ x rayon de force de résistance = F_{effort} x rayon de la force de l'effort

(Note : on remplace le d dans l'équation de la loi des machines simples par le rayon)

On calcule l'avantage mécanique de la roue et l'essieu, en comparant le rayon de la roue à celui de l'essieu, tel que représenté par l'équation suivante :



Simple Machines
cnx.org

AM = Rayon de la roue (R) / Rayon de l'essieu (r)

Des exemples de roue et d'essieu : une poignée de porte, un tournevis, la roue de conduite, un treuil et un cabestan.

Exemple 1

Quelle force devra être fournie pour tourner un arbre de poignée de porte de diamètre 2,5 cm et dont la force résistante est de 15 N. L'avantage mécanique est de 4.

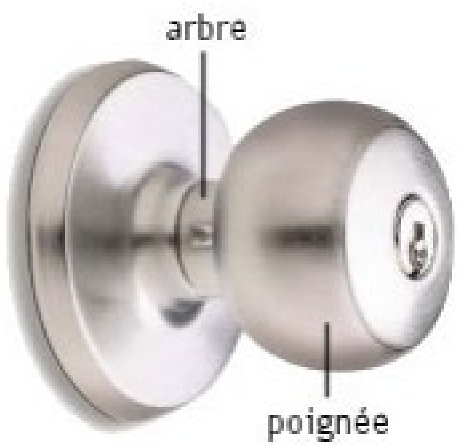


Image prise de : http://lamh.gmc.ulaval.ca/opus/physique534/exercices/pdf/machines.pdf

Les données du problème

AM = 4

Diamètre de l'arbre = 2,5 cm (rayon = 1,25 cm)

$F_{résistante}$ = 15 N

F_{effort} = ?

En utilisant la formule du gain mécanique on calcule le rayon de la poignée

AM = rayon de la F_{effort} / rayon de la $F_{résistante}$

4 = rayon de la F_{effort} / 1,25 cm

4 x 1,25 cm = rayon de la F_{effort}

5,00 cm = rayon de la F_{effort}

On peut maintenant utiliser la formule de la loi des machines simples :

$$F_{résistante} \times r_{résistante} = F_{effort} \times r_{effort}$$

$$15\ N \times 1{,}25\ cm = F_{effort} \times 5\ cm$$

$$18{,}75\ N \times cm\ /\ 5\ cm = F_{effort}$$

$$3{,}75\ N = F_{effort}$$

La force requise pour tourner la poignée de porte sera de 3,8 N.

Complétez les problèmes suivants :

1. Quel est l'avantage mécanique d'un volant d'automobile dont le rayon est de 20 cm pour faire tourner un arbre dont le diamètre est de 6 cm ?

2. Une roue dont le rayon correspond à 80 cm est retenue à un essieu dont le rayon est de 15 cm. Quelle force devra être appliquée sur la roue pour soulever une pesanteur de 1 200 N ?

3. Une masse de 350 kg est soulevée en utilisant une force de 175 N. Si le diamètre de la roue de cette combinaison roue et essieu est de 55 cm. Quel est le rayon de l'essieu ?

4. Une personne veut soulever une masse de 550 kg avec un treuil dont le tambour a un rayon de 36 cm et le rayon de la manivelle est de 6 cm.

   a) Quelle force sera requise pour soulever cette masse ?
   b) Quel est l'avantage mécanique du treuil ?

La poulie

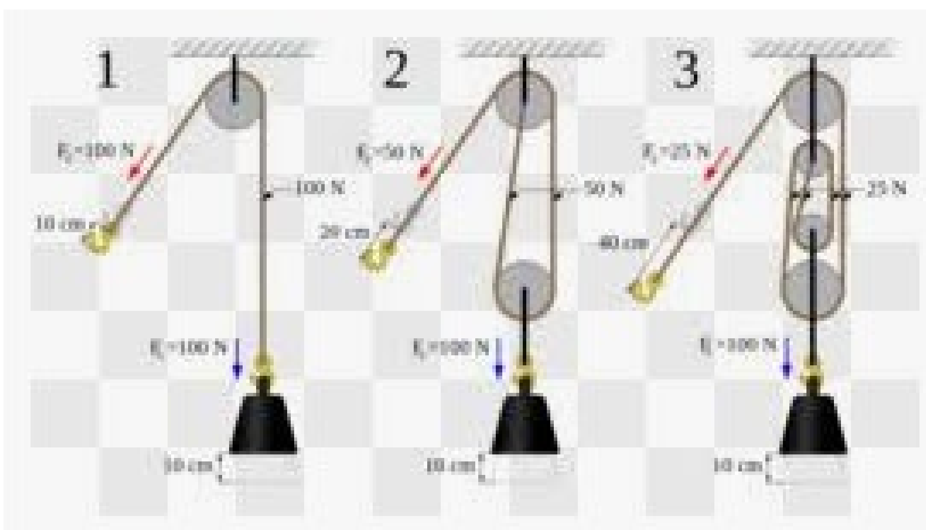
La poulie est une machine simple qui comprend une roue avec une rainure (un cran) qui permet à une corde, une chaîne ou un câble d'y glisser pour soulever une charge. La poulie peut servir à changer la direction de la force, de façon à faciliter l'application de l'effort. Par exemple, lorsqu'on remonte un seau d'eau d'un puits ou que l'on remonte un drapeau sur un poteau.

La roue de la poulie peut être attachée à l'objet qui doit être déplacé ou à un objet fixe. On appelle poulie fixe celle qui est fixée à un objet fixe et poulie mobile celle qui est attachée à l'objet résistant.

Un système de poulie consiste en une combinaison de poulies fixes et de poulies mobiles pour réduire la force requise pour soulever la charge.

Visionne la vidéo pour démontrer l'effet sur la force appliquée, lorsqu'on combine différentes poulies dans un système.

https://www.youtube.com/watch?v=v90Mw5t7yiM



Poulie PNG - 810 images de Poulie transparent…
freepng.fr

Dans le diagramme donné, on observe dans la situation 1 que lorsqu'une seule poulie fixe est utilisée pour déplacer un objet, la force appliquée est équivalente à la force résistante. La distance de l'effort sera la même que celle de l'objet sur lequel la force est appliquée.

Dans la situation 2, on voit que le rajout d'une poulie mobile affixée à l'objet à déplacer réduit la force appliquée pour déplacer l'objet. Ceci est dû au fait qu'on divise la force résistante sur deux cordes. La distance sur laquelle la force est appliquée est doublée.

Dans la situation 3, on voit qu'un système qui contient deux poulies mobiles et deux poulies fixes réduit la force appliquée du quart, puisqu'il y a quatre cordes sur lesquelles est répartie la force résistante. La distance sur laquelle la force est appliquée est quatre fois plus grande.

La loi des machines simples s'applique à la poulie selon l'équation suivante :

$$F_{résistante} \times d_{résistante} = F_{effort} \times d_{effort}$$

Pour calculer l'avantage mécanique, on compare la force de résistance à la force de l'effort. En réorganisant l'équation, on voit que :

$$F_{résistante} \;/\; F_{effort} = d_{effort} \;/\; d_{résistante} = AM$$

En observant les trois situations décrites et en substituant les forces dans l'équation, on remarque que l'avantage mécanique dépend directement du nombre de cordes qui supportent l'objet. Note : le diamètre de la poulie n'affecte pas l'avantage mécanique.

Exemple 1

Quelle force devra être utilisée pour tirer une masse de 5 kg sur une distance de 3 m si on utilise une combinaison d'une poulie fixe et d'une poulie mobile, de laquelle est suspendue la masse. Combien de m de corde devra-t-on tirer pour effectuer cette tâche?

Les données du problème

m = 5 kg

d = 3 m

AM = 2 (système de poulies fixe et mobile)

Équation à utiliser $AM = F_{résistante} / F_{effort}$

$AM = m \times g / F_{effort}$

$2 = 5{,}00 \text{ kg} \times 9{,}80 \text{ m/s}^2 / F_{effort}$

$F_{effort} = 49{,}0 \text{ kg} \times \text{m/s}^2 / 2$

$= 24{,}5 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$

$= 24{,}5 \text{ N}$

La force requise sera de 24,5 N, soit la moitié de la force de la résistance.

Utilisons la loi des machines simples pour trouver la distance effort pour tirer cette masse de 3 m.

$$F_{résistante} \times d_{résistante} = F_{effort} \times d_{effort}$$

$$5 \text{ kg} \times 9{,}8 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ m} = 24{,}5 \text{ N} \times d_{effort}$$

$$147 \text{ N} \times \text{m} / 24{,}5 \text{ N} = d_{effort}$$

$$6 \text{ m} = d_{effort}$$

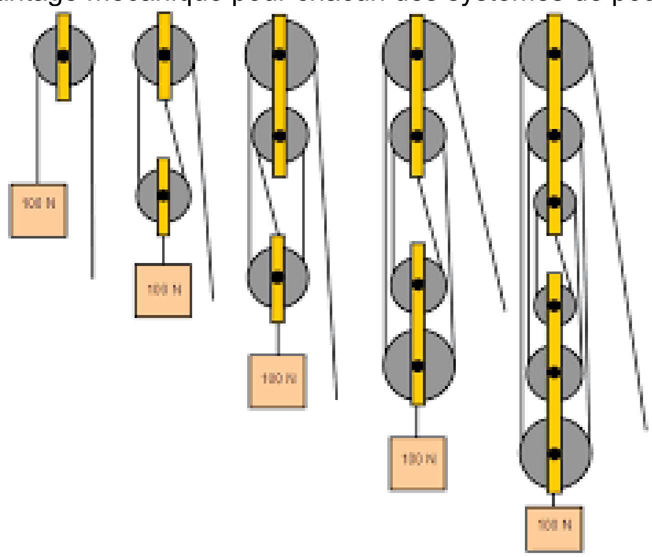
La distance de corde qu'on devra tirer est de 6 m (puisque l'avantage mécanique est de 2, la distance est 2 fois celle nécessaire pour déplacer la résistance).

Complétez les problèmes suivants :

1. Quelle sera la force requise pour soulever une pesanteur de 25 N en se servant d'une poulie fixe ?

2. Si une distance de corde de 5 m est utilisée dans un système de poulie, pour tirer une masse de 50 kg une distance de 2,50 m, quelle est la force qui a été utilisée pour accomplir cette tâche ? Quel est l'avantage mécanique de ce système ?

3. Identifie l'avantage mécanique pour chacun des systèmes de poulies :

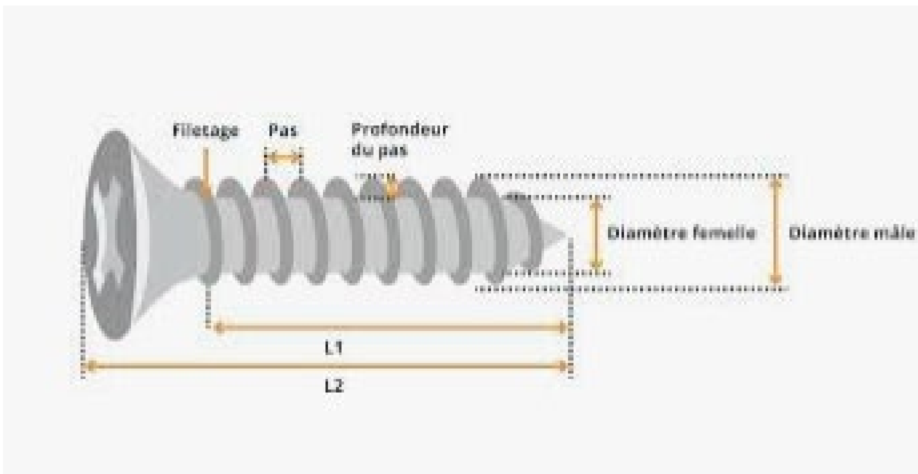


pulley and water bag | Pulley, Block ...
pinterest.com

La vis

La vis est un item (une machine) simple qui est dérivée du plan incliné. Celle-ci est un plan incliné enveloppant un cylindre. La vis est utilisée pour fixer des objets comme lorsqu'on fixe un panneau sur un poteau avec une perceuse ou pour déplacer des matières liquides ou solides comme on le fait avec une tarière pour ouvrir un trou dans la glace.

Les arêtes d'une vis font partie de ce qu'on appelle le filetage. La distance entre deux arêtes est le « pas de vis ». Le rapprochement du pas de vis influence la grandeur de la force : plus rapprochés sont les pas de vis, plus grande est la force par rapport à la force de rotation.



▷ Quelle Vis Choisir ? → Types • Usage • Caractéristiques
guide.bricozor.com

Selon la loi des machines simples :

$$F_{\text{résistante}} \times d_{\text{résistante}} = F_{\text{effort}} \times d_{\text{effort}}$$

Cependant, pour la vis, le pas de vis représente la distance résistante. $F_{\text{résistante}}$ est la résistance qu'offre la surface dans laquelle on insère la vis. La force effort est appliquée sur le tournevis pour insérer la vis, donc la circonférence du manche du tournevis représente la distance de l'effort.

Donc, $d_{\text{effort}} = 2 \times \pi \times r$

Alors, $F_{\text{résistante}} \times d_{\text{résistante}} = F_{\text{effort}} \times d_{\text{effort}}$

$$F_{\text{résistante}} \times \text{pas de vis} = F_{\text{effort}} \times 2 \times \pi \times r$$

L'avantage mécanique dépend donc de :

$$F_{résistante} / F_{effort} = 2 \times \pi \times r / \text{pas de vis}$$

$$AM = F_{résistante} / F_{effort} = 2 \times \pi \times r / \text{pas de vis}$$

D'autres exemples de vis qu'on utilise dans nos vies quotidiennes : le tire-bouchon, la tarière à glace, la souffleuse à neige, le couvercle des bocaux en verre et des chaises à hauteur modifiable.

Microsoft PowerPoint - Mach...
scienceenligne.ca

150 Ice Auger Photos and Pre...
gettyimages.com

Le coin

Machine Simple PNG - 220 images de...
freepng.fr

Le coin est une autre machine simple dérivée du plan incliné. Il est représenté par deux plans inclinés l'un contre l'autre. Celui-ci peut être utilisé pour séparer des objets, par exemple, lorsqu'on utilise une hache pour couper du bois ou un couteau qui coupe une tranche de fromage. On peut aussi utiliser un coin pour soulever un objet, par exemple, lorsqu'on place un coin sous une patte d'un meuble pour le mettre à niveau. Le butoir de porte permet de garder celle-ci en place.

La force appliquée est plus grande avec un coin plus mince, c'est-à-dire avec un coin qui a un angle plus petit. On ne discute généralement pas de l'avantage mécanique du coin puisque la force de friction est assez prononcée.

Des exemples de coins dans la vie quotidienne : une hache, un couteau, un arrêt de porte et une flèche.

432 photos et images de Couteau à Fromag...
gettyimages.fr

Hache De Fer De Vecteur Avec Manche E...
fr.freepik.com

Arrêt De Porte Banque d'images et photos libr...
istockphoto.com

Le rôle de la friction dans le fonctionnement des machines simples

En considérant la physique des machines simples, un détail important a été omis. Dans les situations présentées et les problèmes effectués dans cette unité, on a assumé que la force de friction était nulle. La friction oppose tout mouvement. Il faut donc prendre celle-ci en compte dans le fonctionnement des machines. On a déjà vu dans l'unité 1 de ce module, qu'une force telle que la friction, qui oppose le mouvement d'un objet effectue un travail négatif sur celui-ci, causant une perte d'énergie. Si on ignore la friction, la machine simple démontre un avantage mécanique théorique (AMT) dans lequel le rendement est 100 %. En réalité, toute machine perd de l'énergie de chaleur à la friction. Il faut donc plus de force effort pour accomplir la tâche, puisqu'on doit compenser la force résistante de la friction. Ceci résulte en un avantage mécanique réduit qu'on appelle l'avantage mécanique réel (AMR). Cette perte réduit l'efficacité de la machine et résulte en des dommages à celle-ci avec l'usure et la chaleur produite. La lubrification d'une machine peut aider à réduire l'effet de la friction.

On a déjà discuté que la friction était un facteur à considérer dans le plan incliné et que la surface de celui-ci pouvait varier de façon à réduire la friction. Par exemple, une surface rugueuse résultait en plus de perte par la friction qu'une surface lisse. On a aussi indiqué que la friction était assez prononcée dans l'utilisation des coins, qu'il ne valait pas la peine de calculer l'avantage mécanique.

La friction influence aussi les autres machines simples, tels les poulies, la roue et l'essieu, la vis, et le levier. Les appareils fonctionnant selon le principe de la roue et l'essieu peuvent avoir un rendement équivalent à 60 % du rendement si la friction n'était pas un facteur. Pour la vis, qui est un plan incliné enroulé autour d'un cylindre, celle-ci peut avoir un avantage mécanique réel de moins de 30 %. Quant au levier, celui-ci est probablement la machine simple sur laquelle la friction a le moins d'effet, dépendant de l'application.

Le rendement

Lorsqu'une machine simple est utilisée, une partie de l'énergie fournie pour effectuer le travail est perdue à la friction. Cette valeur peut varier selon les surfaces telles que dans le plan incliné. Le rendement de la machine est donc le rapport entre le travail utile (travail actuel) et le travail théorique (travail qu'on devrait avoir si la friction était nulle). L'équation suivante représente cette relation.

R (rendement) = W_{utile} / $W_{théorique}$ X 100%

R (rendement) = F_{utile} x distance / $F_{résultante}$ x distance x 100%

Observe la vidéo suivante pour mieux comprendre l'avantage mécanique et le rendement : (émission Eureka)

https://www.youtube.com/watch?v=sgKvj2rUhuE