LA PHYSIQUE, $10^{\text{ÈME}}$ ANNÉE

Notes:

- These lessons were composed by volunteers lacking full french proficiency. Please use your best judgment and most comfortable language when composing your own plans.
- The accuracy of the concept presentation and solutions has been checked by a very limited number of PCVs. If a concept/figure/solution seems incorrect, it likely is. Please trust your instincts when such a conflict arises.
- Any comments/questions are eagerly welcome by the primary author at bulkl001@umn.edu
- This document was composed using LaTeX. For access to the source code, contact the author at the same address.

Contents

Chris [redacted] Logston, RPCV, Guinée-Conakry

Last updated July 6th, 2016

2) La mécanique

2.1) Le mouvement

2.1.1) Introduction

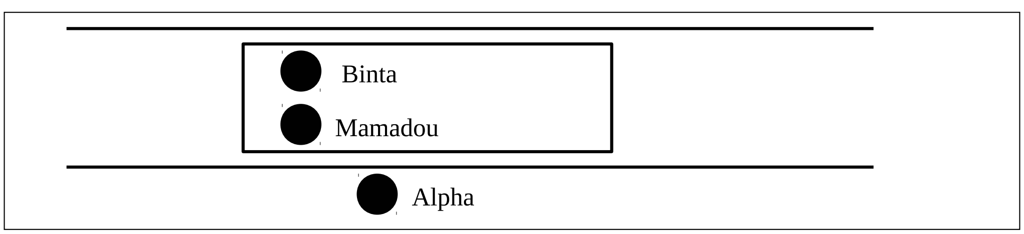
- Qu'est-ce que le mouvement?
  - Définition: le mouvement est le déplacement d'un corps par rapport à un point fixe de l'espace et à un moment déterminé
- Quels sont quelques exemples du mouvement?
  - un vélo qui roule
  - un livre qui tombe vers la Terre
  - un oiseau qui vole
- Un corps est en mouvement si sa position change ou le corps est déplacé.

2.1.2) Le caractère relatif du mouvement

- Expérience du mouvement

  Walk around the class with a pen in your hand. Ask the students if you are "en movement" according to the definition. Ask if the pen is also in motion. Ask if the pen is in motion with respect to the hand that's holding it.
- Conclusion: Si deux objets se déplacent dans le même sens á la même vitesse, ils ne sont pas en mouvement l'un par rapport à l'autre.
- Exemple: Alpha est assis au bord de la route. Il voit une voiture en train de passer. Dans cette voiture, Binta et Mamadou sont assis.
  - Par rapport à qui est Binta en mouvement?
  - Par rapport à qui est Binta au repos? (c'est-à-dire: pour qui semble-t-il que Binta ne bouge pas?)

    It may be helpful to physically act out the situation with three students.



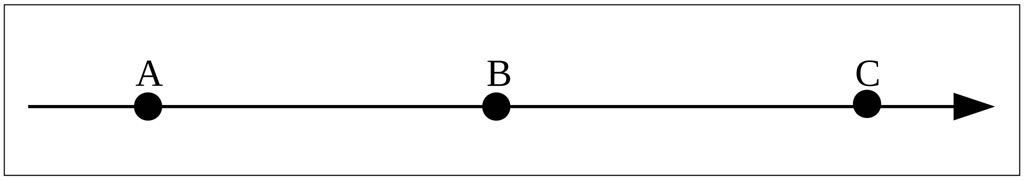
  - Conclusion: La relativité de mouvement d'un corps dépend du repère dans lequel on étudie son mouvement.
- Définition: Un repère est une marque permettant ou une mise en place exacte.
- Exemples:
  - Le repère de la voiture (ceux qui sont dans la voiture)
  - Le repère de la route (ceux qui sont au bord de la route)

2.1.3) Les types de mouvement

1. Transition rectiligne

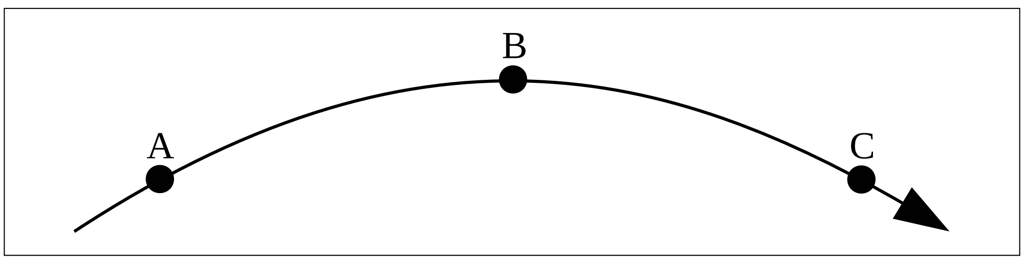
   – Un objet est animé d'un mouvement de translation rectiligne si tous les points de l'objet parcourent la même distance et l'objet se déplace en ligne droite.

     It would be helpful to show this by moving an object like a stick of chalk in a straight line along the board. Also, students often do not have a great definition of the verb "parcourir" or "ligne droite." Providing synonyms like "suivre" can help the students better understand the word "parcourir" and drawing a straight line can help them grasp "ligne droite."



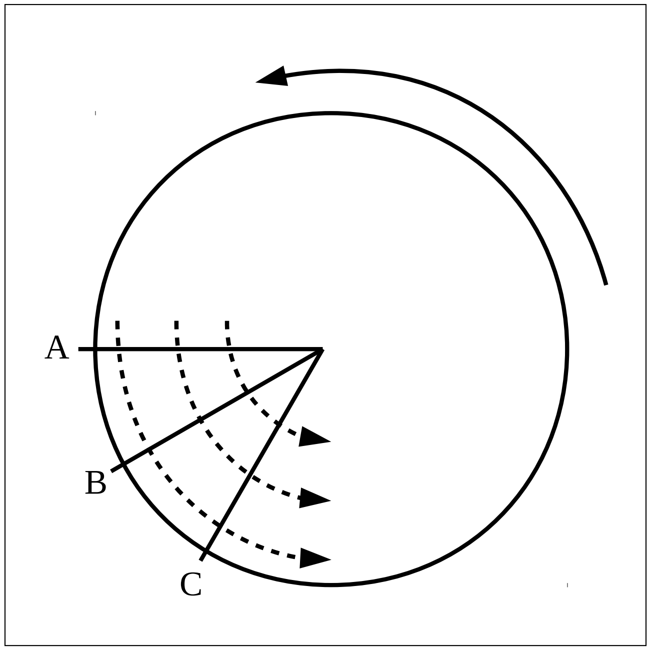
2. Translation curviligne

   – Un objet est animé d'un mouvement de translation curviligne si tous les points de l'objet parcourent la même distance et l'objet se déplacent en ligne courbée.

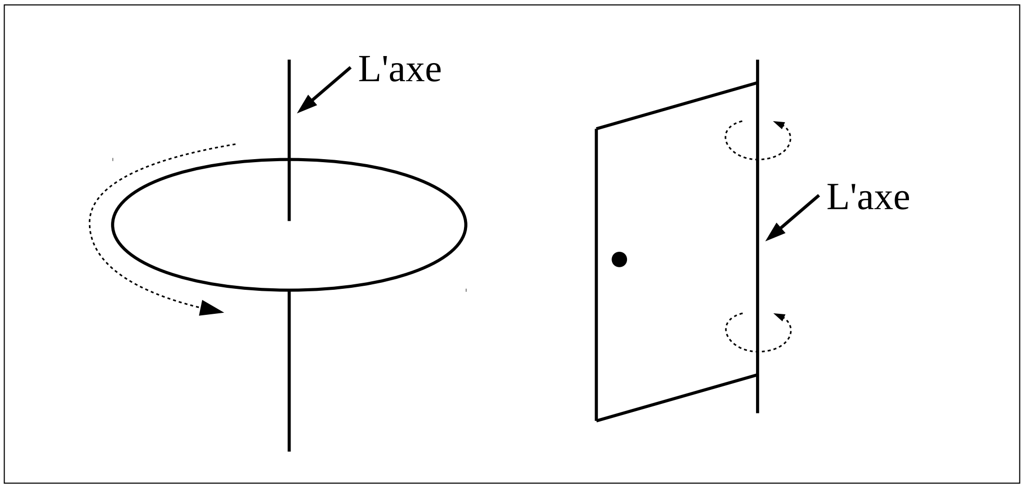


3. Le mouvement de rotation

   – Un objet est animé d'un mouvement de rotation si tous les points de l'objet ne parcourent pas la même distance et ils font des axes d'un cercle.


A
B
C

– Définition: L'axe de rotation est la ligne autour de laquelle un corps fait une rotation.



2.1.4) Exercices

1. Nommez 3 parties du corps humain qui font du mouvement de rotation, et leurs axes de rotation.
   – La tête, qui tourne autour de la colonne vertébrale *(head around the spine)*
   – La main, qui tourne autour du poignet *(hand around the wrist)*
   – La mâchoire, qui tourne autour de la tempe. *(jawbone around the temple)*
   – Le bras, qui tourne autour de l'épaule. *(arm around the shoulder)*

2.2) Les mesures de mouvement: distance, durée, vitesse

2.2.1) Introduction

- Quand on se déplace, on quitte un point A et arrive à un autre point B. On parcourt la longueur entre ces deux points qu'on appelle la distance.
- Le temps qu'il faut pour ce déplacement est appelé la durée.

2.2.2) Notion de vitesse

- Imaginez-vous qu'Alpha monte le vélo pour aller à Bissikrima qui est situé à 22 km de Dialakoro *(Use your own names)* pendant 2 heures.
- Binta va à Dabola qui est 45 km de Dialakoro en 3 heures.
- Qui est plus vite?
  - Pour répondre, on doit définir la vitesse d'abord.

2.2.3) La formule de La Vitesse Moyenne

- Définition: La vitesse moyenne est la distance totale d'un déplacement divisée par la durée totale du déplacement.

$$V = \frac{D}{t}$$

où:

V = la vitesse moyenne

D = la distance totale

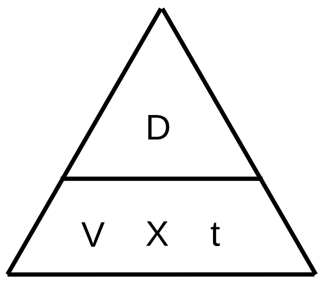
t = la durée totale

- Alors, les vitesses d'Alpha et Binta:

	distance	durée	vitesse
Alpha	22 km	2 heures	$\frac{22\ km}{2\text{ heures}} = 11\frac{km}{hr}$
Binta	45 km	3 heures	$\frac{45\ km}{3\text{ heures}} = 15\frac{km}{hr}$

Students may ask if V, D and t have any specific units, given that previous and future equations are usually presented as such. There will be various orders of speed discussed in this chapter, (walking, cars, light, etc.), so consistent speed units are lacking in this chapter. That said, if you feel it would be more clear to present units, many of the following examples give/require distance in km and time in hr.

- En utilisant cette formule, on peut tirer les autres variables d'elle.



$$\text{on tire vitesse:} \quad V = \frac{D}{t}$$
$$\text{on tire distance:} \quad D = V \times t$$
$$\text{on tire temps:} \quad t = \frac{D}{V}$$

Many students develop a better understanding of variable isolation with these triangles. They work by covering the variable to be isolated. The resulting equation is the remaining variables, divided/multiplied according to their positions. For example, covering V leaves $\frac{D}{t}$. Covering D leaves $V \times t$.

Notes on use:

- *They seem to work best with 3-variable equations. Luckily, mechanics is full of those.*
- *They can, however, be used with equations having more variables.*
- *Be sure to set them up properly:*
  - *All bottom variables need to be multiplied, not divided, by each-other.*
  - *Only one isolated variable is on top, with the rest on bottom.*
  - *This is achieved by re-arranging the equation such that one side is composed of all but one of the variables, multiplied by each other.*
  - *Then, the only remaining variable is the one placed at the top of the triangle.*
  - *This may require minor manipulation of the given formula (as is the case here with speed).*

2.2.4) Exercices

1. Une voiture quitte Conakry et arrive à Kindia (une distance de 135 km) deux heures plus tard.
   (a) Calculez la vitesse moyenne du voyage en $\frac{km}{hr}$.
   (b) Calculez la vitesse moyenne du voyage en $\frac{m}{s}$.

données	solution
$D = 135\ km$ $t = 2\ hr$ $V = \quad ?$	<u>le calcul de V en $\frac{\text{km}}{\text{hr}}$</u>
broullions	on sait que: $V = \dfrac{D}{t}$
	on remplace les lettres par leur valuers: $V = \dfrac{135\ km}{2\ hr}$
	A.N: $\boxed{V = 67,5\dfrac{km}{hr}}$
	<u>la conversion de V en $\frac{\text{m}}{\text{s}}$</u>
	on sait les conversions: $\dfrac{1.000\ m}{1\ km} = \dfrac{1\ km}{1.000\ m} = 1$
	$\dfrac{60\ s}{1\ min} = \dfrac{1\ min}{60\ s} = 1$
	$\dfrac{60\ min}{1\ hr} = \dfrac{1\ hr}{60\ min} = 1$
	on sait l'A.N. en $\dfrac{km}{hr}$: $V = 67,5\dfrac{km}{hr}$
	on convertit: km en m : $V = 67,5\dfrac{km}{hr}\left(\dfrac{1.000\ m}{1\ km}\right) = 67.500\dfrac{m}{hr}$
	hr en min : $V = 67.500\dfrac{m}{hr}\left(\dfrac{1\ hr}{60\ min}\right) = 1.125\dfrac{m}{min}$
	min en sec : $V = 1.125\dfrac{m}{min}\left(\dfrac{1\ min}{60\ s}\right) = 18,75\dfrac{m}{s}$
	A.N: $\boxed{V = 18,75\dfrac{m}{s}}$

2.3) La force

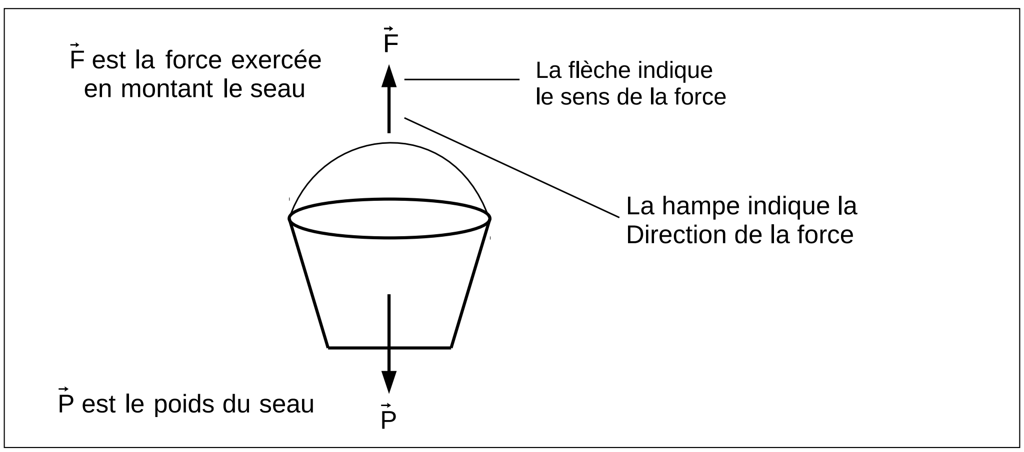
2.3.1) Introduction

- Définition: Une <u>force</u> est une action capable de:
  - Mettre en mouvement un corps
  - Modifier le mouvement d'un corps
  - Déformer un corps
  - Maintenir l'équilibre d'un corps
    - Définition: L'équilibre est un état de repos sans mouvement

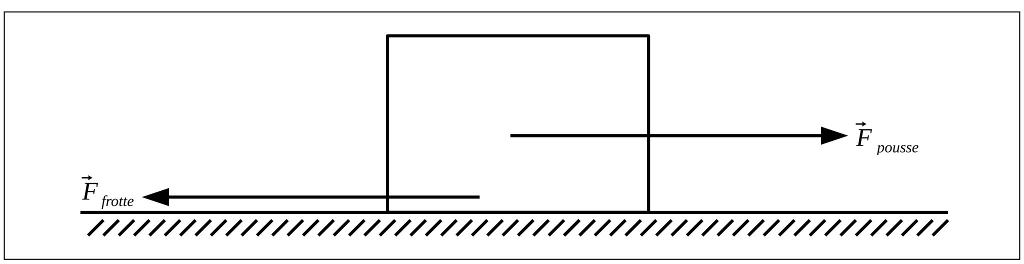
2.3.2) Types de force

1. <u>Force de contact</u>: Celle qui en exerçant la force touche le corps sur lequel la force est appliquée.
   - Exemples: poussée, frottement, traction
2. <u>Force à Distance</u>: Celle qui en exerçant la force ne touche pas le corps sur lequel la force est appliquée.
   - Exemples: poids, force magnétique, force électrique

2.3.3) Schématiser une force



- Exemple: Schématisez une boîte qui subit une force qui la pousse le long du sol et qui aussi subit de la force de frottement opposée à son mouvement.



2.4) Le poids

2.4.1) Introduction

- Définition: Le poids d'un corps est la force d'attraction que la Terre exerce sur lui.
- Le poids maintient les objets au sol ou les fait tomber.
- Cette force dépend de la masse du corps.
- La masse: la quantité de matières qui compose un corps

2.4.2) La formule du poids

- Le poids d'un corps est égal à la masse du corps fois l'intensité de la pesanteur.

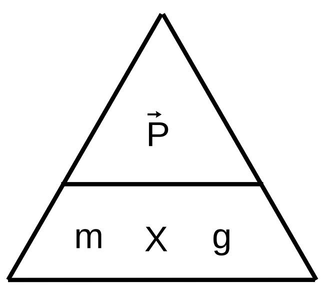
$$\vec{P} = m \times g$$

où:

$\vec{P}$ = le poids, en Newtons (N)

m = la masse, en kilogrammes (kg)

g = l'intensité de la pesanteur, en $\frac{\text{Newtons}}{\text{kilogrammes}}$ $\left(\frac{N}{kg}\right)$



on tire poids: $\vec{P} = m \times g$

on tire masse: $m = \dfrac{\vec{P}}{g}$

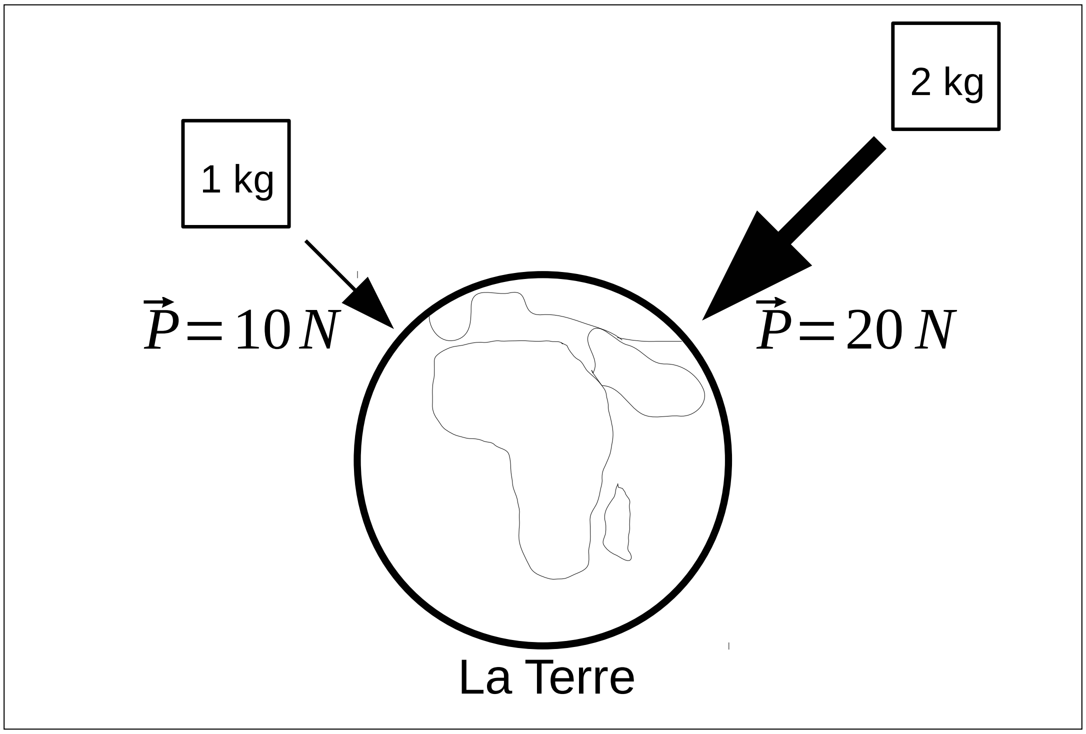
on tire l'intisité de la pesanteur: $g = \dfrac{\vec{P}}{m}$

Notes:

- *Consider not including the "on tire l'intisité de la pesanteur" line, unless you'd like to get into calculating g on other planets. Fyi; this has been tried in the past - some students got it, many didn't.*
- *It's recommended to use $\vec{P}$ to for weight so its not confused with power (P) in later chapters.*
- *The author and students both have gotten confused with m being used for both the distance unit "meters" as well the mass variable "m". To deal with this, consider:*
  - *using slightly different variables cautiously*
  - *emphasizing to your students (and yourself) the importance of distinguishing between variables and units when doing calculations.*
  - *explain that letters for units should really only show up in the application numérique (A.N.)*

2.4.3) Le pesanteur

- Définition: La pesanteur est l'attraction exercée par une planète sur un corps.
  keep this definition simple; a more sophisticated understanding is not required at this level.
- Sur la Terre, l'intensité de la pesanteur est $g = 9,81\frac{N}{kg} \approx 10\frac{N}{kg}$
- La Terre exerce une force de 10 N pour chaque kilogramme de la masse d'un corps.



2.4.4) Exercices

1. Calculez le poids d'un mouton d'une masse de 30 kg. (On donne $g = 10\frac{N}{kg}$)

données	solution
$m = 30\ kg$	on sait que: $\vec{P} = m \times g$
$g = 10\dfrac{N}{kg}$	on remplace les lettres par leur valuers: $\vec{P} = (30\ kg)\left(10\dfrac{N}{kg}\right)$
$\vec{P} =\ ?$	A.N.: $\boxed{\vec{P} = 300\ N}$

2. Calculez la masse d'un chien qui a un poids de 50 N. (On donne $g = 10\frac{N}{kg}$)

données	solution
$\vec{P} = 50\ N$	on sait que: $\vec{P} = m \times g$
$g = 10\dfrac{N}{kg}$	on tire m : $\vec{m} = \dfrac{\vec{P}}{g}$
$m =\ ?$	on remplace les lettres par leur valuers: $\vec{m} = \dfrac{50\ N}{10\frac{N}{kg}}$
	A.N.: $\boxed{\vec{P} = 5\ kg}$

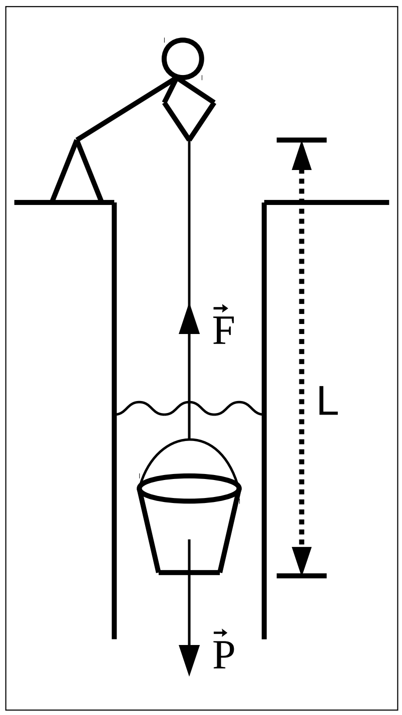
3. Sur la surface de Mars, quelqu'un qui a une masse de 70 kg aussi a un poids de 259 N. Calculez l'intensité de la pesanteur sur la surface de Mars.

données	solution
$\vec{P} = 259\ N$	on sait que: $\vec{P} = m \times g$
$m = 70\ kg$	on tire g : $\vec{g} = \dfrac{\vec{P}}{m}$
$g_{\text{Mars}} =\ ?$	on remplace les lettres par leur valuers: $\vec{g} = \dfrac{259\ N}{70\ kg}$
	A.N.: $\boxed{g_{\text{Mars}} = 3.7\ \dfrac{N}{kg}}$

2.5) Le travail d'une force

2.5.1) Introduction

- Un travail quotidien: puiser l'eau
  - Lorsqu'on puise l'eau, on sent que le seau rempli a un poids $\left(\vec{P}\right)$ qui tire sur la corde ver le bas.
  - Pour monter le seau du puits, on doit exercer une force $\left(\vec{F}\right)$ plus grande que le poids.
  - Cette force $\left(\vec{F}\right)$ cause le mouvement du seau vers le haut. Alors, le seau est déplacé une certaine distance (L) qui est la profondeur du puits.
  - Donc, notre travail est réalisé.



- Définition: Le travail d'une force (exercé par un homme, un animal ou une machine) est égal à l'intensité de cette force $\left(\vec{F}\right)$ fois la longueur/distance (L) de son déplacement dans la même direction.
- Notez bien: Une force effectue un travail si le point d'application se déplace. Sinon, la force ne fait pas de travail.

$$W = \vec{F} \times L$$

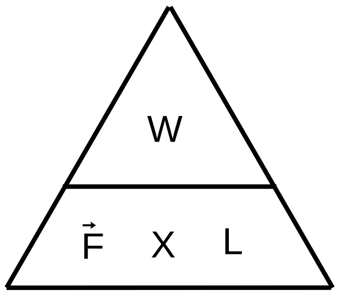
où:

W = le travail, en Joules (J)

où: $J = N \times m$

$\vec{F}$ = la force, en Newtons (N)

L = la longueur du déplacement, en mètres (m)



on tire le travail : $W = \vec{F} \times L$

on tire la force : $\vec{F} = \dfrac{W}{L}$

on tire la longueur du déplacement : $L = \dfrac{W}{\vec{F}}$

2.5.2) Exercices

1. Boubacar exerce une force de 50 N pour soulever un seau plein d'eau d'un puits.
   - Calculez le travail effectué par cette force si la profondeur du puits est 7 m.

données	solution
$F = 50\ N$ $L = 7\ m$ $W = \ ?$	on sait que: $W = \vec{F} \times L$ on remplace les lettres par leur valuers: $W = 50\ N \times 7\ m$ A.N.: $\boxed{W = 350\ J}$

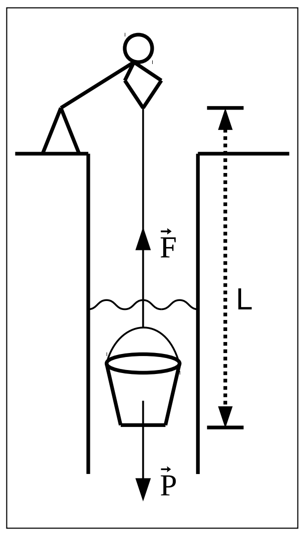
2. Une vache tire sur une charrue *(plow)* avec une force de 700 N.
   - Calculez la distance que la vache déplace la charrue en effectuant un travail de 21.000 J.

données	solution
$F = 700\ N$ $W = 21.000\ J$ $L = \ ?$	on sait que : $W = \vec{F} \times L$ on tire L : $L = \dfrac{W}{\vec{F}}$ on remplace les lettres par leur valuers : $L = \dfrac{21.000\ J}{700\ N} = 30\dfrac{J}{N}$ on simplifie les unités : $30\dfrac{J}{N} = 30\ m$ A.N.: $\boxed{L = 30\ m}$

2.6) Travail moteur, travail résistant d'une force

2.6.1) À Rappeler: puiser l'eau, un travail quotidien

- Dans notre travail quotidien de puiser l'eau, il y a deux forces agissant sur le seau.
  1. Le poids du seau d'eau exercé par la Terre $\left(\vec{P}\right)$ vers le bas.
  2. La force exercée par la personne $\left(\vec{F}\right)$ vers le haut.
- Ces deux forces s'opposent: L'une cause le mouvement désiré de soulever le seau et l'autre le résiste en tirant le seau contre le déplacement désiré.
- On dit que le poids $\left(\vec{P}\right)$ est une force résistante.
- La force exercée par la personne $\left(\vec{F}\right)$ est une force motrice.



2.6.2) Le travail moteur ou résistant

- Définition: Une force motrice est une force qui cause un mouvement désiré.

  Exemple: Le soulèvement du seau.
- Définition: Une force résistante est une force qui oppose la force motrice.

  Exemple: Le poids d'un seau.
- On appelle le travail effectué par une force motrice le travail moteur
- Le travail effectué par une force résistante est un travail résistant.

2.6.3) Exercices

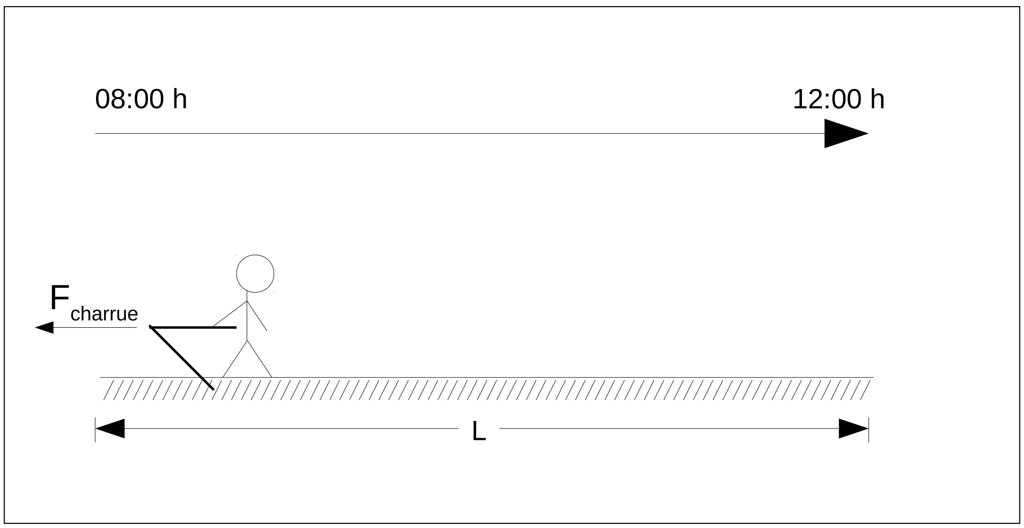
1. Quand on fait le vélo et on rencontre un vent qui oppose notre mouvement: (The students need to fill in the underlined, italicized bl
   (a) Le vent exerce une force *résistante* qui effectue un travail *résistant*.
   (b) Le cycliste qui pédale exerce une force *motrice* qui effectue un travail *moteur*.

2.7) La puissance

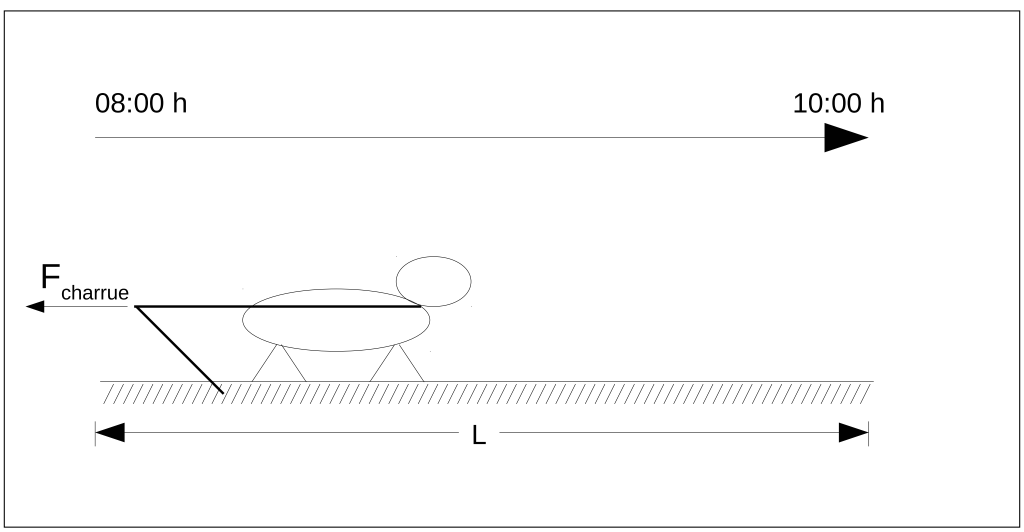
2.7.1) Notion de la Puissance

- Pour effectuer un travail, il faut avoir une force, quel que soit l'agent qui l'exerce

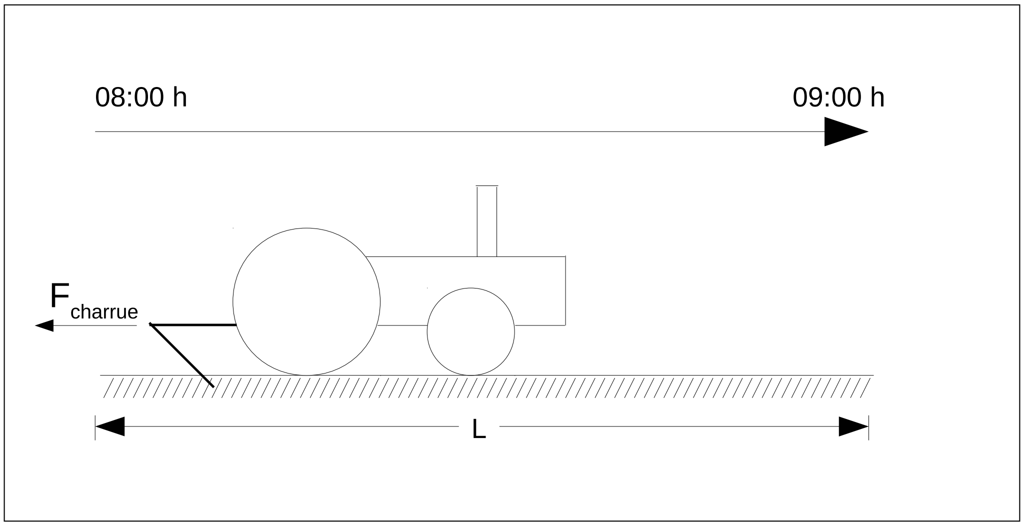
  exemples: (homme, animal, machine, etc.).
- Mais on sait que chaque agent n'exerce pas la même force ni fait pas le travail dans la même durée.
- Par exemple: Un homme, une vache et un tracteur sont utilisés pour faire le travail de labourer 3 champs identiques.
  - Un homme aura besoin d'une quantité spécifique de temps pour labourer une quantité spécifique de distance de son champ.



  - La vache sera plus rapide que l'homme.



– Le tracteur va faire le même travail le plus rapidement.



– Alors, on voit que le tracteur est plus puissant que les autres.

- Définition: La puissance d'un agent est le travail (W) effectué divisé par le temps (t) nécessaire pour accomplir ce travail.

$$P = \frac{W}{t} \tag{2.1}$$

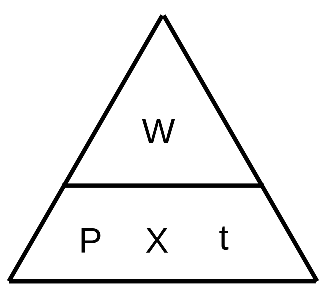
où:

P = la puissance, en Watts (W)

où: $W = \frac{J}{s}$

W = le travail, en Joules (J)

t = le temps, en secondes (s)



on tire le tavail : $W = P \times t$

on tire la puissance : $P = \frac{W}{t}$

on tire le temps : $t = \frac{W}{P}$

- Notez bien: La puissance moyenne doit être calculé en unités de $\frac{\text{Joules}}{\text{secondes}}$.

2.7.2) La puissance instantanée

- Il y a une forme d'exprimer la pussiance.
- On a déjà vu que: $P = \frac{W}{t}$ et $W = \vec{F} \times L$
- Alors, on peut remplacer W par $\vec{F} \times L$:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\vec{F} \times L}{t} = \vec{F} \times \frac{L}{t}$$

It might help to prove this last equality by demonstrating the following:

$$\frac{4 \times 4}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ and } \frac{4 \times 4}{2} = 4\frac{4}{2} = 4 \times 2 = 8$$

- L peut être remplacé par D puisque L représente la distance que la force se déplace. Ainsi:

$$P = \vec{F} \times \frac{L}{t} = \vec{F} \times \frac{D}{t}$$

- Rappelez que $V = \frac{D}{t}$, donc:

$$P = \vec{F} \times \frac{D}{t} = \vec{F} \times V$$

- Alors, on peut exprimer la puissance d'une autre manière:

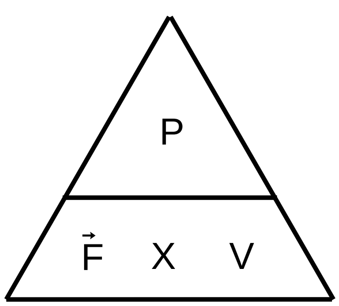
$$P = \vec{F} \times V$$

où:

P = la puissance, en Watts (W)

$\vec{F}$ = la force, en Newtons (N)

V = la vitesse, $\left(\frac{m}{s}\right)$



on tire la puissance : $P = \vec{F} \times V$

on tire la force : $\vec{F} = \frac{P}{V}$

on tire la vitesse : $V = \frac{P}{\vec{F}}$

- <u>Notez bien</u>: La vitesse doit être exprimée en unités de $\frac{\text{mètres}}{\text{secondes}}$.
- On appelle cette forme de puissance <u>puissance instantanée</u>.

2.7.3) Exercices

1. Un moteur soulève un corps avec une force de 10.000 N á une hauteur de 20 m en 20 s.
   - Calculez le travail effectué par cette force.
   - Calculez la puissance du moteur en watts (W) et kilowatts (kW) .

données

$\vec{F}$ =10.000 N

$L = 20\ m$

$t = 20\ s$

$W = \ ?$

$P = \ ?$ (en W)

$P = \ ?$ (en kW)

broullions

solution

le calcul de W

on sait que: $W = \vec{F} \times L$

on remplace les lettres par leur valuers: $W = 10.000\ N \times 20\ m$

A.N: $\boxed{W = 200.000\ J}$

le calcul de P en Watts

on sait que: $P = \dfrac{W}{t}$

on remplace les lettres par leur valuers: $P = \dfrac{200.000\ J}{20\ s}$

A.N: $\boxed{P = 10.000\ W}$

la conversion de P en kilowatts

on sait la conversion : $\dfrac{1\ kW}{1.000\ W} = 1$

on sait l'A.N. en W : $P = 10.000\ W$

on convertit: km en m : $P = 10.000\ W \left(\dfrac{1\ kW}{1.000\ W}\right)$

A.N: $\boxed{P = 10\ kW}$

2. La puissance d'une machine est 2400 $Watts$. Calculez le travail effectué par la machine en 2 minutes.

données	solution
$P = 2.400\ W$ $t = 2\ min$ $W = \ ?$ broullions	<u>la conversion de t en secondes</u> on sait la conversion: $\frac{60\ s}{1\ min} = 1$ on convertit : $t = 2\ min\left(\frac{60\ s}{1\ min}\right)$ $t = 120\ s$ <u>le calcul de W</u> on sait que: $P = \frac{W}{t}$ on tire W : $W = P \times t$ on remplace les lettres par leur valuers: $P = 2.400\ W \times 120\ s$ A.N: $\boxed{W = 288.000\ J}$

3. Une voiture roule à une vitesse constante de 108 $\frac{km}{hr}$ par l'action d'une force de 5.000 N due à son moteur. Calculez la puissance instantanée du moteur en kilowatts.

données

$$V = 108\ \frac{km}{hr}$$
$$F = 5.000\ N$$
$$P = \ ?\ (\text{en } kW)$$

broullions

solution

la conversion de la vitesse en $\frac{m}{s}$

on sait les conversions: $\frac{1\ min}{60\ s} = \frac{1\ hr}{60\ min} = 1$

$\frac{1.000\ m}{1\ km} = 1$

on convertit le temps: $V = 108\ \frac{km}{hr}\left(\frac{1\ hr}{60\ min}\right)\left(\frac{1\ min}{60\ s}\right)$

$V = \frac{108}{60 \times 60}\ \frac{km}{s} = 0.03\ \frac{km}{s}$

on convertit la distance: $V = 0.03\ \frac{km}{s}\left(\frac{1.000\ m}{1\ km}\right)$

$V = 30\ \frac{m}{s}$

le calcul de P en Watts

on sait que: $P = \vec{F} \times V$

on remplace les lettres par leur valuers: $P = 5.000\ N \times 30\ \frac{m}{s}$

A.N: $P = 150.000\ W$

la conversion de P en kilowatts

on sait la conversion: $\frac{1\ kW}{1.000\ W} = 1$

on convertit : $P = 150.000\ W\left(\frac{1\ kW}{1.000\ W}\right)$

$\boxed{P = 150\ kW}$

4. Un train parcourt une distance de 108 km en 1 h 30 min. Pendant ce voyage, le train exerce une force constante de 25.000 N.

   (a) Calculez la puissance instantanée du train, en kW.

   (b) Calculez le travail effectué par la force, en kJ.

données

$$D = L = 108\ km$$
$$t = 1hr30\ min$$
$$\vec{F} = 25.000\ N$$
$$P = \ ?$$
$$W = \ ?$$

broullions

solution

la conversion de la distance en m

$$\text{on sait la conversion:} \quad \frac{1.000\ m}{1\ km} = 1$$

$$\text{on convertit :} \quad D = 108\ km\left(\frac{1000\ m}{1\ km}\right) = 108.000\ m$$

la conversion du temps en s

$$\text{on sait la conversion:} \quad \frac{60\ min}{1\ hr} = \frac{60\ s}{1\ min} = 1$$

$$\text{on convertit :} \quad t = 1\ hr\left(\frac{60\ min}{1\ hr}\right) + 30\ min = 90\ min$$

$$t = 90\ min\left(\frac{60\ s}{1\ min}\right) = 5.400\ s$$

le calcul de la vitesse

$$\text{on sait que:} \quad V = \frac{D}{t}$$

$$\text{valuer replacement, A.N. :} \quad V = \frac{108.000\ m}{5.400\ s} = 20\ \frac{m}{s}$$

le calcul de P

$$\text{on sait que:} \quad P = \vec{F} \times V$$

$$\text{on remplace les lettres par leur valuers:} \quad P = 25.000\ N \times 20\ \frac{m}{s}$$

$$\text{A.N, conversion:} \quad P = 500.000\ W\left(\frac{1\ kW}{1.000\ W}\right)$$

$$\boxed{P = 500\ kW}$$

le calcul de W

$$\text{on sait que:} \quad W = \vec{F} \times L$$

$$\text{on remplace les lettres par leur valuers:} \quad W = 25.000\ N \times 108.000\ m$$

$$\text{A.N, conversion:} \quad W = 2.700.000.000\ J\left(\frac{1\ kJ}{1.000\ J}\right)$$

$$\boxed{P = 2.700.000\ kJ}$$

2.8) L'énergie mécanique

2.8.1) L'énergie en général

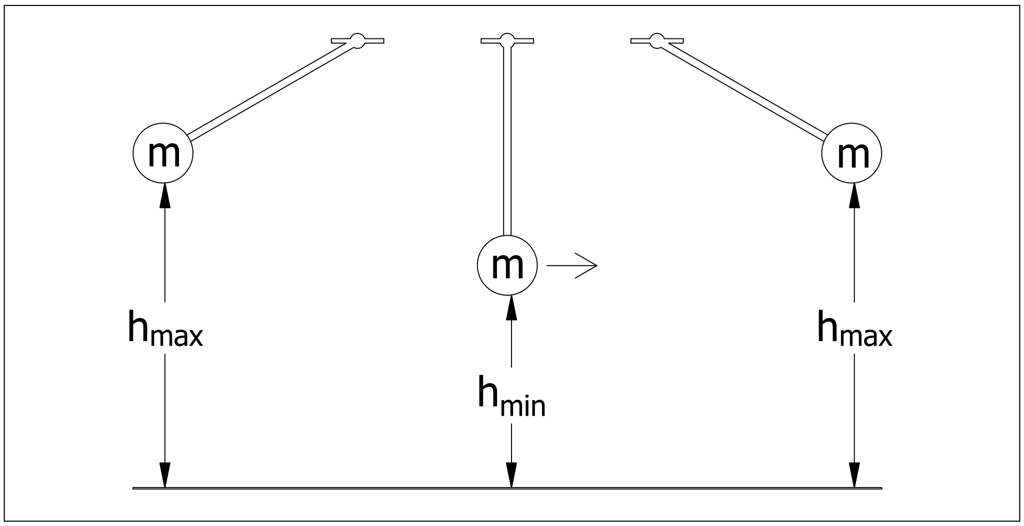
- Si on a faim, ou on est fatigué, c'est parce que l'énergie nous manque. À cause de ça, on ne peut pas exercer trop de force.
- Alors, en sens général, c'est l'énergie qui donne la force et la force nous permet de faire un travail.
  - énergie $\rightarrow$ force $\rightarrow$ travail
- Dans la nature, tous les corps possèdent de l'énergie.
- Il y a plusieurs formes d'énergie.
  - Par exemple: énergie solaire, énergie chimique, énergie électrique, etc.

2.8.2) L'énergie mécanique

- L'énergie mécanique est une autre forme d'énergie qui est associée au mouvement ou le déplacement d'un corps.
- L'énergie mécanique est composée de deux parties:
  1. L'énergie potentielle de pesanteur
  2. L'énergie cinétique

2.8.3) L'énergie potentielle de pesanteur

- Un pendule se balance entre deux extrêmes.
- Aux extrêmes, sa hauteur élevée le donne d'énergie.
- Mais, au milieu, sa hauteur est moins.
- Alors, l'énergie associée à son hauteur est réduite (plus petite).
- Définition: L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est son énergie due à sa position élevée.



- Alors, on donne la formule:

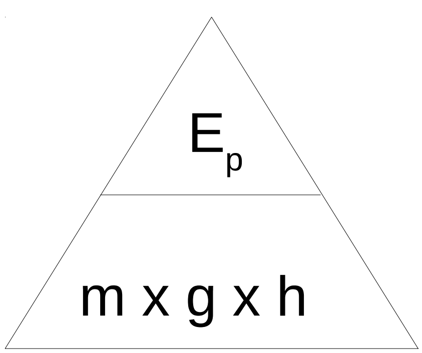
$$E_p = m \times g \times h$$

où:

E_p = l'énergie potentielle, en Joues (J)

m = la masse du corps, en kilogrammes (kg)

h = la hauteur par rapport au sol, en mètres (m)



on tire l'énergie : $E_p = m \times g \times h$

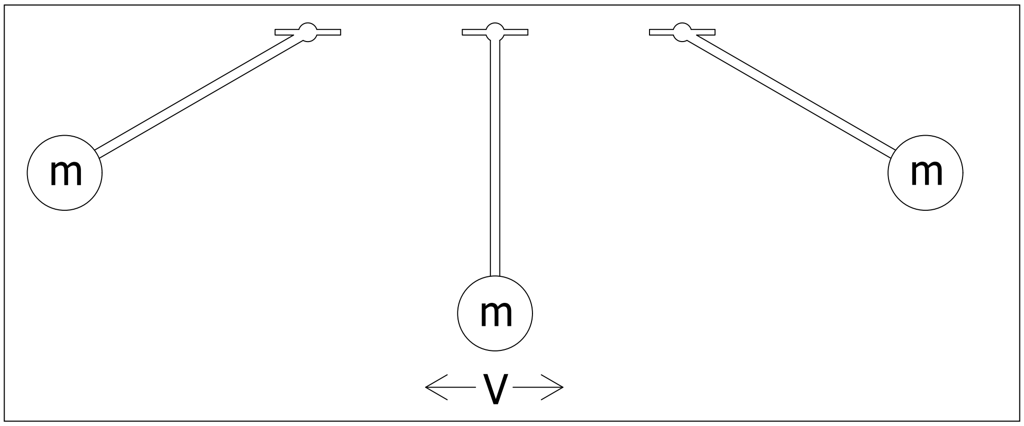
on tire la masse : $m = \dfrac{E_p}{g \times h}$

on tire la hauteur : $h = \dfrac{E_p}{m \times g}$

on tire l'intesité de la pesanteur : $g = \dfrac{E_p}{m \times h}$

2.8.4) L'énergie cinétique

- Entre les extrêmes, le pendule est en mouvement.
- Cette position a la plus grande vitesse.
- Alors, au milieu, l'énergie associée à sa vitesse est la plus grande.



- Définition: L'énergie cinétique d'un corps est son énergie due à sa vitesse (due à son mouvement).

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$$

où:

E_c = l'énergie cinétique, en Joues (J)

m = la masse du corps, en kilogrammes (kg)

h = la vitesse du corps, en $\frac{\text{mètres}}{\text{secondes}}$, $\left(\frac{m}{s}\right)$

$$\text{on tire } m \ : \quad m = \frac{2 \times E_c}{V^2}$$

$$\text{on tire } V \ : \quad V = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$$

- Notez bien:
  - La masse (m) doit être calculer en mètres.
  - La vitesse (V) doit être calculer en $\frac{\text{mètres}}{\text{secondes}}$.

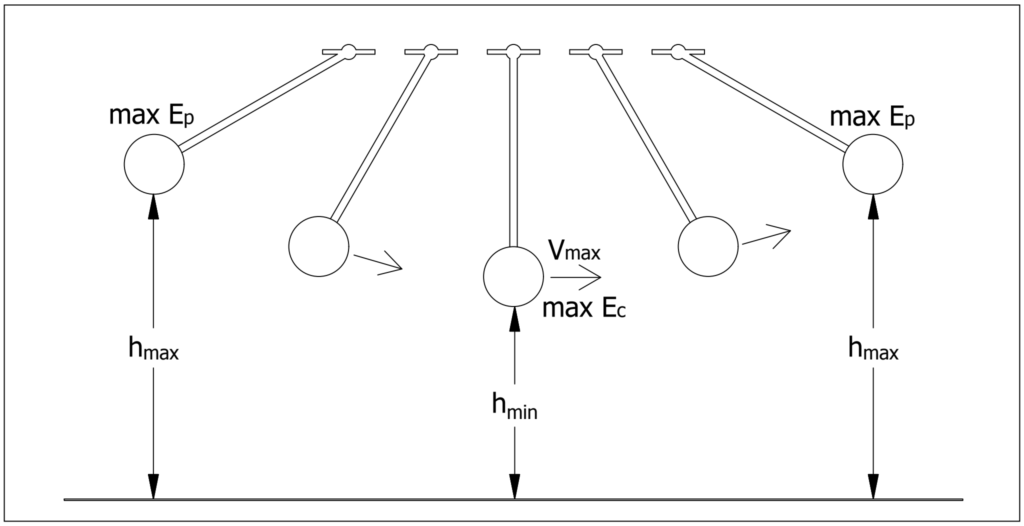
    While the following may cause confusion, it's great practice of unit analysis. Proceed with caution, and be ready to takes lots of time working it through. However, if your instincts say it's not necessary, trust them.

    Alors, $E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$ est exprimé en Joules:

$$J = kg \times \left(\frac{m}{s}\right)^2 = kg \ \frac{m^2}{s^2} = \frac{kg \ \times m}{s^2} \times m = N \times m = J$$

2.8.5) L'énergie mécanique

- N'importe quelle position, l'énergie totale consiste en énergie potentielle, énergie cinétique ou les deux.
  - Aux extrêmes, l'énergie potentielle est plus grande, parce que toute l'énergie du système est potentielle.
  - Au milieu, l'énergie cinétique est plus grande, mais il y a encore d'énergie potentielle.



- Cette énergie totale est appelée "l'énergie mécanique".
- Définition: L'énergie mécanique est la somme d l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie cinétique.

$$E_m = E_p + E_c = (m \times g \times h) + \left(\frac{1}{2} \times m \times V^2\right)$$

- La loi de la conservation de l'énergie: L'énergie mécanique ne peut pas être crée ni détruite. Elle peut être seulement transformée d'une forme à une autre.

2.8.6) Exercices

1. Une voiture de masse 800 kg avance à une vitesse de $20\frac{m}{s}$
   (a) Calculez son énergie cinétique.
   (b) Calculez son énergie cinétique si elle roule à une vitesse de 40 $\frac{m}{s}$.
   (c) Comparez les deux énergies.

données

$$m = 800\ kg$$
$$V_1 = 20\ \frac{m}{s}$$
$$V_2 = 40\ \frac{m}{s}$$
$$E_{c_1} = \ ?$$
$$E_{c_2} = \ ?$$

broullions

solution

le calcul de l'énergie cinétique de la première vitesse

on sait que : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$

lettres $\rightarrow$ valeurs $E_{c_1} = \frac{1}{2} \times 800\ kg \times \left(20\ \frac{m}{s}\right)^2$

emphasize the effect of the square in this step:

on fait le carré : $E_{c_1} = \frac{1}{2} \times 800\ kg \times 400\ \frac{m^2}{s^2}$

A.N: $\boxed{E_{c_1} = 160.000\ J}$

le calcul de l'énergie cinétique de la deuxième vitesse

on sait que : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$

lettres $\rightarrow$ valeurs $E_{c_2} = \frac{1}{2} \times 800\ kg \times \left(40\ \frac{m}{s}\right)^2$

this step too:

on fait le carré : $E_{c_2} = \frac{1}{2} \times 800\ kg \times 1.600\ \frac{m^2}{s^2}$

A.N: $\boxed{E_{c_2} = 640.000\ J}$

le rapport de la deuxième énergie cinétique à la première

le rapport des vitesses : $\frac{V_2}{V_1} = 2$

au cause du carré : $\frac{E_{c_2}}{E_{c_1}} = 4$ (pas 2!)

2. Une mangue d'un poids de 2 N se balance, suspendu à une branche. Sa hauteur la plus grande est 3 m, et sa hauteur la plus petite est $2,9$ m. Calculez, en Joules,

   - son énergie potentielle maximum
   - son énergie mécanique
   - son énergie cinétique maximum

données

$$P = 2\,N$$
$$h_{\max} = 3,0\,m$$
$$h_{\min} = 2,9\,m$$
$$g = 10\,\frac{N}{kg}$$
$$E_{p_{\max}} = \ ?$$
$$E_m = \ ?$$
$$E_{c_{\max}} = \ ?$$

broullions

solution

le calcul de la masse

on sait que : $P = m \times g$

on tire m : $m = \dfrac{F}{g}$

on remplace les lettres par leur valuers: $m = \dfrac{2\,N}{10\,\frac{N}{kg}}$

A.N: $m = 0,2\,kg$

le calcul d'énergie potentielle max

C'est plus facile de calcler l'énergie potentielle aux extrêmes, où l'énergie cinétique est 0. Alors, pour le calcul d'$E_{p_{\max}}$, $h = h_{\max}$.

on sait que: $E_p = m \times g \times h$

aux extrêmes : $h = h_{\max},\ E_p = E_{p_{\max}}$

lettres $\rightarrow$ valeurs $E_{p_{\max}} = 0,2\,kg \times 10\,\dfrac{N}{kg} \times 3,0\,m = 60\,n \times m$

A.N: $\boxed{E_{p_{\max}} = 6\,J}$

le calcul d'énergie mécanique

n'importe quelle position : $E_m = E_p + E_c$

aux extrêmes, $E_c = 0,\ E_p = E_{p_{\max}}$: $E_m = E_{p_{\max}} + 0$

lettres $\rightarrow$ valeurs $\boxed{E_m = 6\,J}$

le calcul d'énergie cinétique max

L'énergie cinétique est plus grande au niveau le plus bas, où l'énergie potentielle est plus moins. Alors, pour le calcul d'$E_{c_{\max}}$, $h = h_{\min}$.

on sait que : $E_m = E_p + E_c$

on tire E_c : $E_c = E_m - E_p$

au plus bas : $h = h_{\min},\ E_c = E_{c_{\max}}$

alors : $E_{c_{\max}} = E_m - (m \times g \times h_{\min})$

lettres $\rightarrow$ valeurs : $E_{c_{\max}} = 6\,J - \left(0,2\,kg \times 10\dfrac{N}{kg} \times 2,9\,kg\right)$

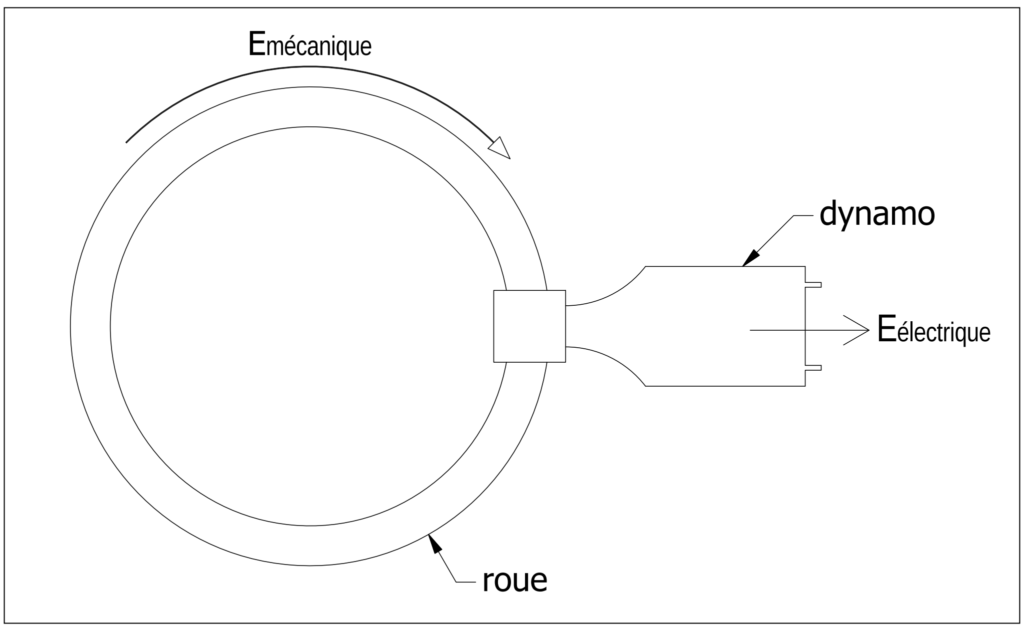
A.N: $\boxed{E_{c_{\max}} = 0,2\,J}$ (où $E_{p_{\min}} = 5,8\,J$)

2.9) Le rendement et machines simples

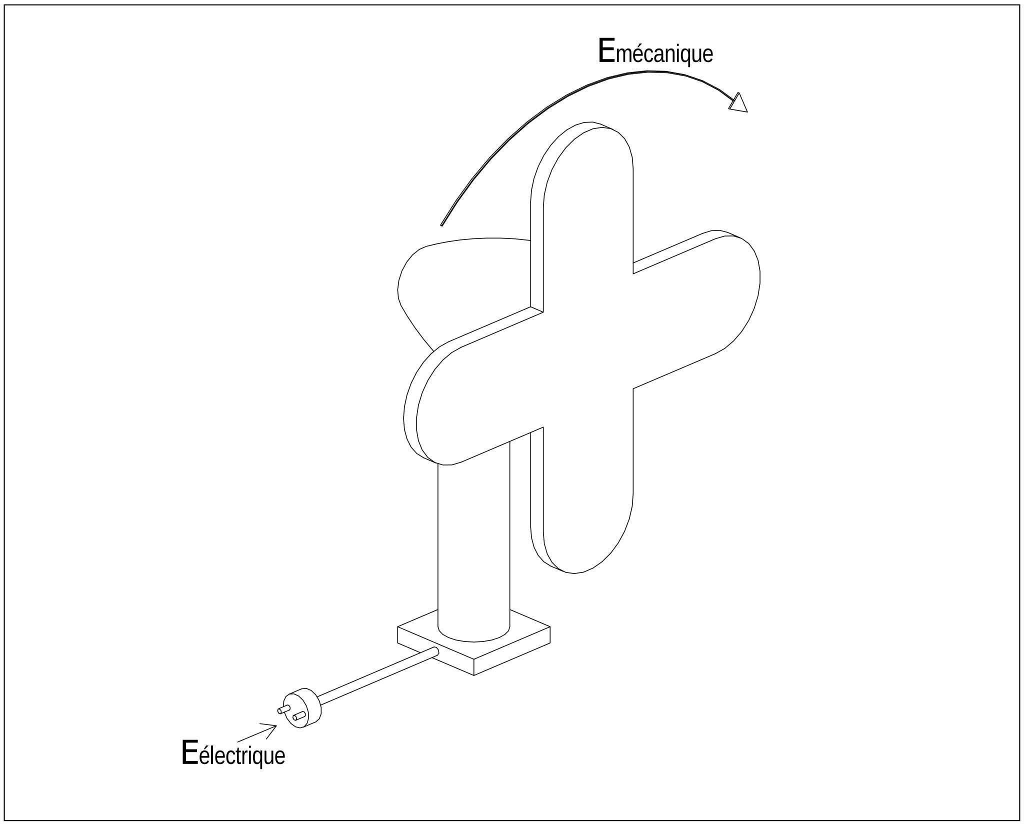
The concept of efficiency, "rendement" comes up again in electricity and elsewhere. Make sure to explain that mechanical "rendement" is just one form of efficiency. It's advised to take time with this; the students will need it frequently in later years.

2.9.1) Conversion entre l'énergie mécanique et l'énergie électrique

- La conversion entre l'énergie mécanique et l'énergie électrique peut passer dans deux sens.
  1. De l'énergie mécanique à l'énergie électrique
     - Exemple: une dynamo
     - En pédalant, la roue fournit l'énergie mécanique.
     - Quand la roue tourne, elle tourne les aimants de la dynamo.
     - En effet, la dynamo fournit l'énergie électrique.



2. De l’énergie électrique à l’énergie mécanique
   - Exemple: un ventilateur
   - Le courant du secteur ou d’un générateur donne l’énergie électrique au ventilateur.
   - Cette énergie électrique cause le mouvement du ventilateur et lui donne de l’énergie mécanique.



2.9.2) Le rendement

- Après avoir réfléchi à ces exemples, on constate que:
  - Un appareil qui produit de l'énergie électrique doit d'abord recevoir de l'énergie mécanique pour la production de l'électricité.
  - Aussi, un appareil qui produit de l'énergie mécanique doit d'abord recevoir de l'énergie, qui est souvent l'énergie électrique.
- Tous les appareils créent la chaleur. Exemples:
  - Un chargeur de téléphone.
  - Une torche.
  - Un télévision. *It may be good idea to ask students if they have noticed that things get warm when they use power, like a motorcycle or the above-named examples.*
- Cette chaleur est l'énergie elle-même.
- On l'appelle "énergie thermique".
- Alors, tout appareil gâche une partie de son énergie donnée sous la forme de l'énergie thermique.

$$E_d = E_u + E_t$$

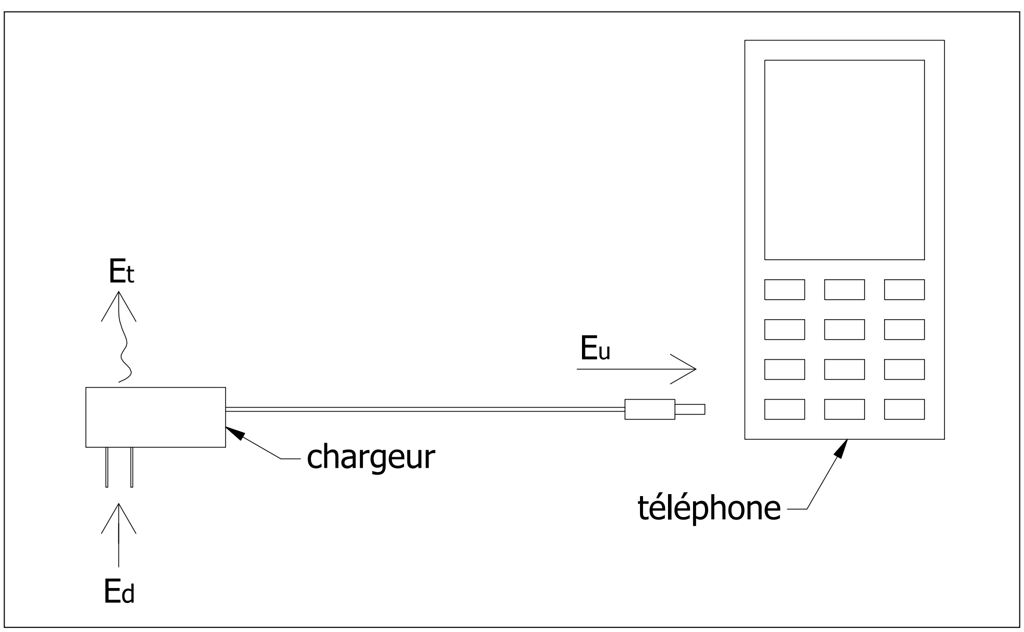
où:

E_d = l'énergie donnée

E_u = l'énergie utile

E_t = l'énergie thermique

- Exemple: Le chargeur d'un téléphone gâche de l'énergie thermique.



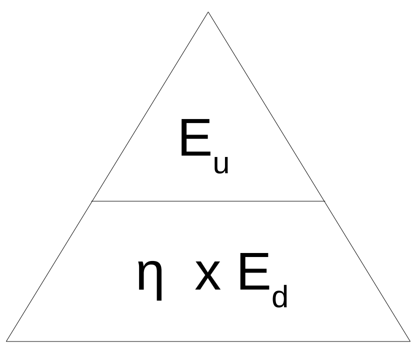
- Alors, l'énergie consommée par un appareil est toujours supérieure à l'énergie utile qu'il produit.
  - Pour la dynamo: $E_{\text{électrique}} > E_{\text{mécanique}}$
  - Pour le ventilateur: $E_{\text{mécanique}} > E_{\text{électrique}}$
  - Pour les deux: $E_{\text{utile}} > E_{\text{donnée}}$
- On conclut qu'il est impossible de fabriquer un appareil parfait qui produit plus d'énergie utile que la quantité d'énergie qui est fournie à elle.
- Donc, en choisissant un appareil pour un travail, on veut considérer son rendement qui indique la capacité de la machine de produire le maximum d'énergie possible avec l'énergie qu'on lui fournit.
- Définition: Le rendement d'un appareil est le quotient de l'énergie qu'il produit et son énergie donnée.

$$\eta = \frac{E_{\text{u}}}{E_{\text{d}}}$$

où:

η = le rendement de l'appareil

- Notez bien: η n'a pas d'unités, parce qu'elle est le quotient de deux propriétés mêmes.



$$\text{on tire le rendement :} \quad \eta = \frac{E_u}{E_d}$$

$$\text{on tire l'énergie utile :} \quad E_u = \eta \times E_d$$

$$\text{on tire l'énergie donnée :} \quad E_d = \frac{E_u}{\eta}$$

This definition is the one of the better definitions for the mechanical efficiency of a machine. However, there will be other circumstances in which this definition will not be sufficient. For example if you are asked to calculate the efficiency of a pulley, it will be the ratio of the work done by the machine over the work done by the person using the machine. Because of this, I try to explain holistically that efficiency is the amount of energy or work necessary in the ideal/theoretical case divided by the work or energy necessary for the real-world case.

- L'énergie consommée par un appareil ou une machine est toujours supérieure à l'énergie qu'elle produit.

$$E_u < E_d \rightarrow \eta < 1 \quad \text{TOUJOURS!}$$

- Si le rendement était égal à 1, l'appareil fonctionnerait parfaitement:
  - L'énergie utile sera égale à l'énergie donnée.
  - Cependant, tous les appareils produisent toujours de l'énergie thermique.
  - Alors, ce type de appareil n'est pas possible.

2.9.3) Exercices

1. Le rendement d'un moteur est $0,62$. Calculez l'énergie consommée (E_d) par le moteur s'il produit $3.162\ J$.

données	solution
$\eta = 0,62$ $E_u = 3.162\ J$ $E_d = \quad ?$	on sait que : $\eta = \frac{E_u}{E_d}$ on tire E_d : $E_d = \frac{E_u}{\eta}$ lettres $\rightarrow$ valeurs $E_d = \frac{3.162\ J}{0,62}$ A.N.: $\boxed{E_d = 5.100\ J}$

2. Le moteur d'une voiture d'une masse de $500\ kg$ est capable de la mettre à une vitesse de $36 \frac{km}{hr}$ en consommant $125\ kJ$. Calculez le rendement du moteur.

données

$m = 500\ kg$

$V = 36\ \frac{km}{hr}$

$E_d = 125\ kJ$

$\eta = \quad ?$

broullions

solution

la conversion de la vitesse en $\frac{m}{s}$

$$\text{on convertit la distance : } \quad V = 36\ \frac{km}{hr}\left(\frac{1000\ m}{1\ km}\right) = 36.000\ \frac{m}{hr}$$

$$\text{on convertit le temps : } \quad V = 36.000\ \frac{m}{hr}\left(\frac{1\ hr}{60\ min}\right)\left(\frac{1\ min}{60\ s}\right) = 10\ \frac{m}{s}$$

le calcul d'énergie utile

Le moteur fait bouger la voiture.
Alors, l'énergie utile est son énergie cinétique. $(E_u = E_c)$

$$\text{on sait que : } \quad E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$$

$$\text{lettres} \rightarrow \text{valeurs} \quad E_u = E_c = \frac{1}{2} \times 500\ kg \times \left(10\ \frac{m}{2}\right)^2$$

$$A.N. : \quad E_u = E_c = 25.000\ J$$

le conversion de l'énergie donnée en J

$$\text{on convertit :} E_d = 125\ kJ\left(\frac{1000\ J}{1\ kJ}\right) = 125.000\ J$$

le calcul du rendement

$$\text{on sait que : } \quad \eta = \frac{E_u}{E_d}$$

$$\text{lettres} \rightarrow \text{valeurs} \quad \eta = \frac{25.000\ J}{125.000\ J}$$

$$\text{A.N.: } \quad \boxed{\eta = 0,2}$$

3) L'optique

3.1) Réflexion de la lumière sur les surfaces planes

3.1.1) La réflexion de la lumière

- Définition: La réflexion de la lumière est le renvoi de la lumière par une surface réfléchissante.
  - Une surface réfléchissante est polie, est plane et renvoie la lumière quand elle la frappe.
  - Exemples: Un miroir, la surface de l'eau.

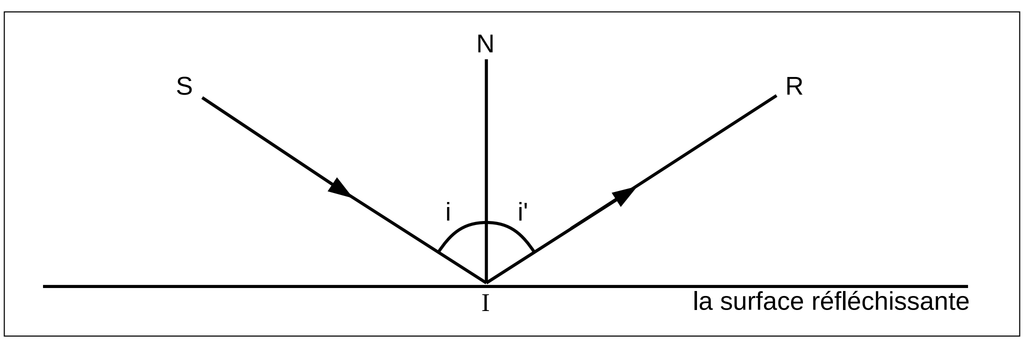
3.1.2) Le parcours de réfraction

- Le rayon incident (S) frappe la surface réfléchissante au point d'incidence (I).
- La normale (N) fait un angle de 90° avec la surface réfléchissante.
- Le rayon incident fait l'angle d'incidence (i) avec la normale.
- Le rayon réfléchi (R) est renvoie.
- Le rayon réfléchi fait l'angle de réflexion (i') avec la normale.
- L'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence.

$$i' = i$$

3.1.3) Les lois de la réflexion

- 1ère loi: Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont toujours dans le même plan, qu'on appelle le plan d'incidence.
- 2ème loi: La mesure de l'angle d'incidence (i) et la mesure de l'angle de réflexion (i') sont toujours égales.



où:

S = le rayon incident

R = le rayon réfléchi

N = la normale

I = le point d'incidence

i = l'angle d'incidence

i' = l'angle de réflexion

3.1.4) Exercices

1. Un rayon lumineux frappe une surface réfléchissante aven un angle d'incidence qui est égal à 37°.
   (a) Quelle est la mesure de l'angle de réflexion?
   (b) Dessiner le schéma de réflexion.

données

$i = 37°$

$i' = \ ?$

broullions

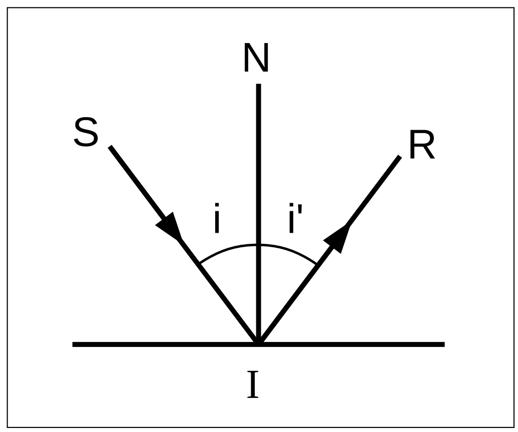
solution

<u>le calcul d'angle de réflexion</u>

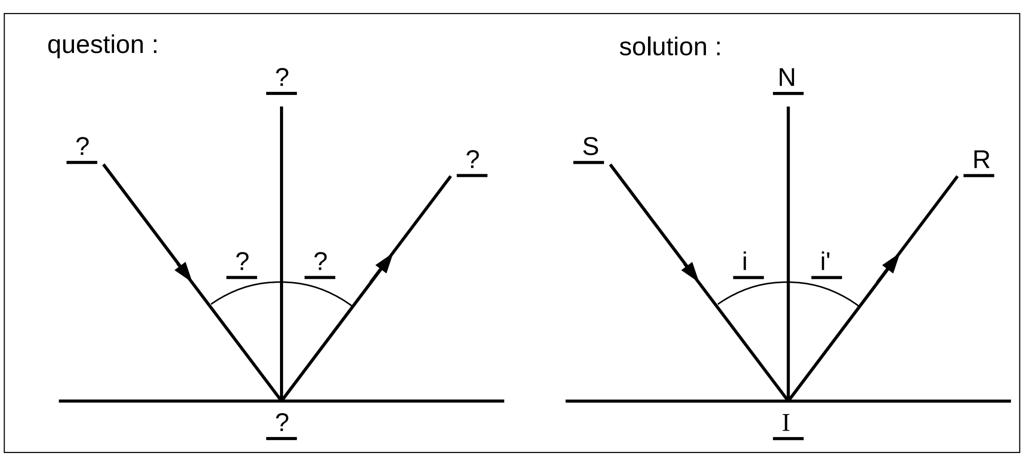
on sait que : $i' = i$

lettre → valeur $\boxed{i' = 37°}$

<u>le schéma de réflexion</u>



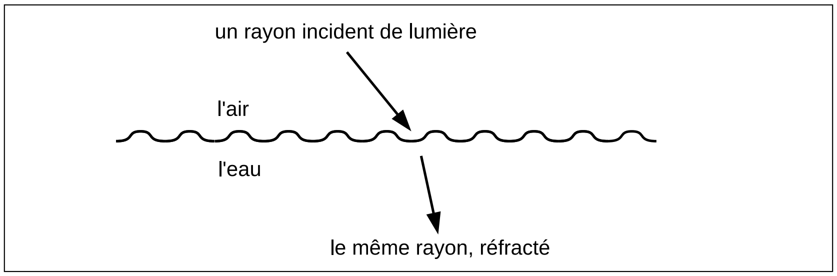
2. Remplir les espaces vide avec la symbole pour:
   (a) Le rayon incident
   (b) Le rayon réfléchi
   (c) la normale
   (d) le point d'incidence
   (e) l'angle d'incidence
   (f) l'angle de réflexion



3.2) La notion de réfraction

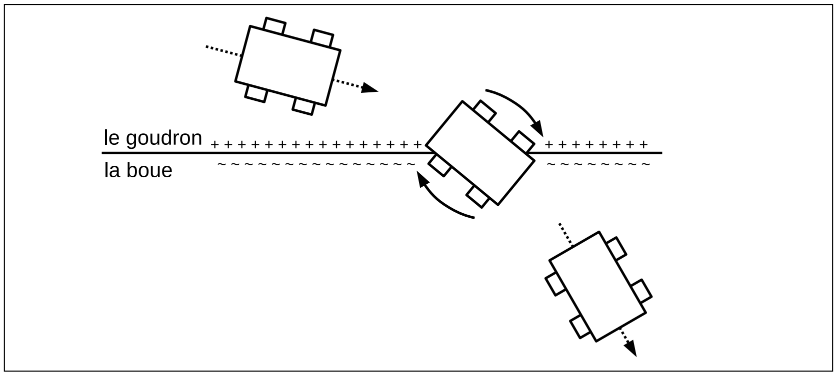
3.2.1) La réfraction de la lumière

- Quand la lumière traverse la frontière entre deux milieux, son chemin change brusquement (beaucoup).
- Définition: La réfraction de la lumière est le changement brusque de sens d'un rayon lumineux en traversant d'un milieu transparent à un autre.
- Définition: Un milieu transparent est le matériel dans lequel la lumière se déplace.
  - La lumière se propage à travers les milieux transparents.
- Un matériel est transparent s'il laisse passer la lumière.
  - Exemples: l'air, le verre, l'eau
- Pour exemple, la lumière réfracte à la frontière entre l'air et l'eau.



3.2.2) L'analogie d'un camion

- Le phénomène de réfraction est comme un camion qui quitte le goudron pour aller dans la boue.
- En traversant la frontière, les roues à la côté goudronnée tournent plus rapidement que les roues dans la boue.
- Par conséquent, le camion tourne, et il continue dans la boue vers un nouveau sens.
- Sur le goudron, les roues du camion tournent plus rapidement.
- Dans un milieu très transparent, la lumière se déplace plus rapidement.
- Dans la boue, les roues tournent moins rapidement.
- Dans un milieu d'un grand indice, la lumière se déplace moins rapidement.
- Quand les deux traversent en biais la frontière des milieux, les deux tourne.



3.2.3) L'indice de réfraction

- L'intensité de réfraction dépend du rapport de la vitesse de la lumière dans le premier et deuxième milieu.
- Rappelons-nous que la vitesse de la lumière dans le vide est 300.000.000 $^m/_s$.
- La lumière ralentit en traversant les milieux transparents.
- Au lieu de calculer chaque vitesse de la lumière dans chaque milieux, on mesure le rapport entre ces vitesses et la vitesse de la lumière dans le vide.
- Définition: L'indice de réfraction absolu d'un milieu est la quantité résultante du rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le milieu.

$$n = \frac{c}{v}$$

où:

n = L'indice de réfraction absolu

c = la vitesse de la lumière dans le vide

v = la vitesse de la lumière dans le milieu

- Notez bien: Dans cette formule, une vitesse est divisée par une autre vitesse. Alors, le résultat (l'indice) comme tous les rapports, n'a pas d'unités.
- Quelques exemples d'indices de réfraction absolus:

milieux solides	milieux liquides	milieux gazeux
$n_{\text{verre}} = 1,5$	$n_{\text{eau}} = ^4/_3$	$n_{\text{air}} = 1$
$n_{\text{diamant}} = 2,42$	$n_{\text{alcool}} = 1,3$	$n_{\text{gaz carbonique}} = 1,00045$
$n_{\text{glace}} = 1,31$	$n_{\text{glicerine}} = 1,47$	$n_{\text{hydrogène}} = 1,00014$

- Puisque la plus grande vitesse de la lumière est dans le vide, l'indice de réfraction absolu d'un milieu est toujours supérieur ou égal à 1.

$$n \geq 1$$

- Définition: L'indice de réfraction relatif est le rapport entre les deux indices de réfraction de deux milieux.

$$n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1}$$

où:

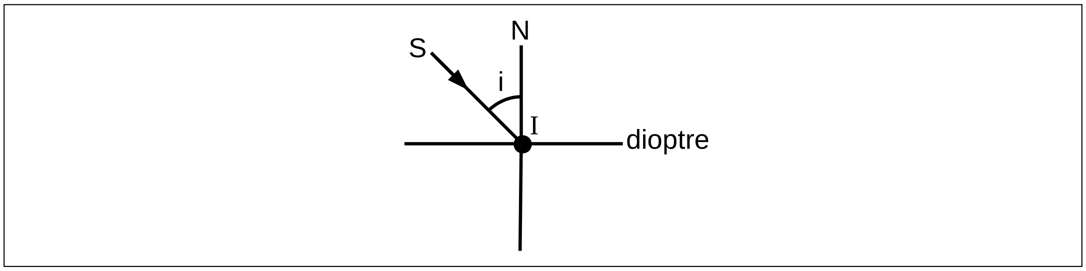
$n_{2/1}$ = L'indice relatif de milieu 2 par rapport à milieu 1

n_1 = L'indice de réfraction absolu du première milieu

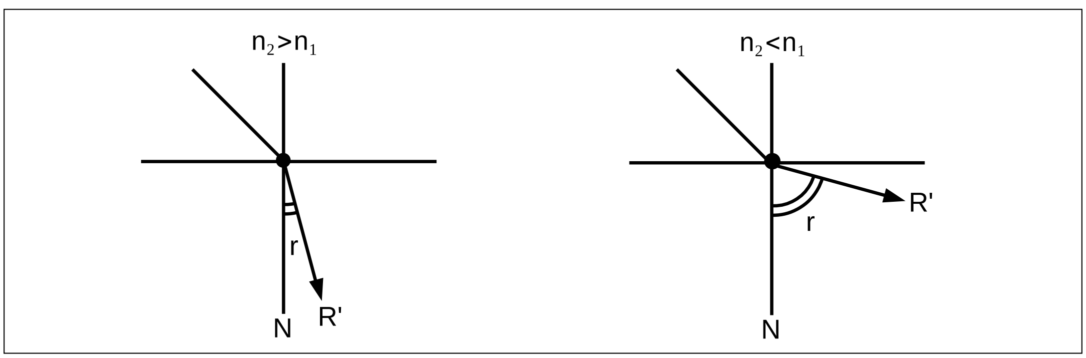
n_2 = L'indice de réfraction absolu du deuxième milieu

3.2.4) Le parcours de réfraction

- Le rayon incident (S) représente la lumière qui se propage à travers le premier milieu vers le deuxième.
- La frontière entre les deux milieux est appellée le dioptre.
- La lumière frappe le dioptre au point d'incidence (I).
- Le rayon incident fait l'angle d'incidence (i) avec la normale (N).

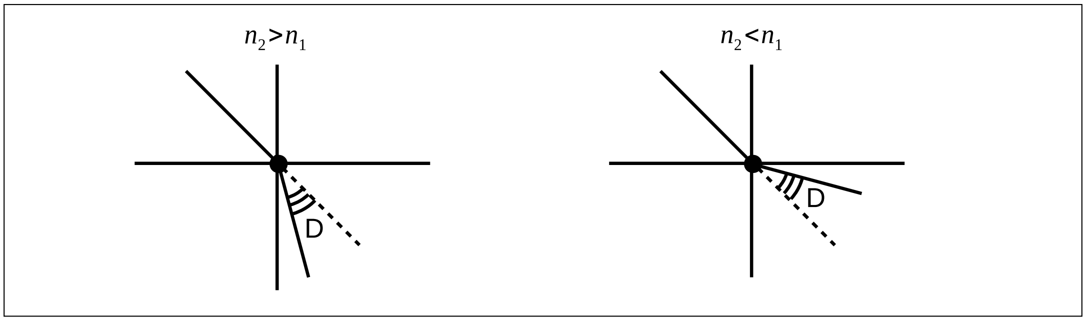


- Après le dioptre, le rayon réfracté (R') continue dans un sens différent.
- Le rayon réfracté fait l'angle de réfraction (r) avec la normale.
- Si le premier milieu est plus réfringent (réfracte plus) que le deuxième $(n_1 > n_2)$, le rayon réfracté approche la normale.
- Si le premier milieu est moins réfringent (réfracte moins) que le deuxième $(n_1 < n_2)$, le rayon réfracté approche le dioptre.
- Le rayon réfracté fait l'angle de déviation (D) avec le sens du rayon incident.



- La formule de l'angle de déviation:

$$D = |r - i|$$



3.3) Les lois de réfraction

You'll want to explain refraction, especially the diagram, very thoroughly and slowly. Examples and demos are helpful. You really want to make sure that you've thoroughly differentiated reflection and refraction for your students.

Your students will likely be intimidated by having to use the sin function in the formula for refraction. A table of values is helpful, as is a brief trig lesson, but you can't spend several weeks teaching them trig.

As it turns out, the values they need are usually given for brevet questions. They just need to know which angles to use in order to find out which trigonometric values should be applied in the algebraic manipulations.

Give your students enough so that they feel comfortable manipulating equations with sin. Undertake a more detailed explanation of index of refraction at your own peril.

- Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont toujours dans le même plan qu'on appelle le plan d'incidence.
- <u>Première loi de la réfraction</u>: les plans d'incidence et de réfraction sont confondus.
- <u>Deuxième loi de réfraction</u>: Pour un rayon lumineux qui traverse d'un milieu transparent à un autre, le produit de l'indice de réfraction du premier milieu et le sinus de l'angle d'incidence est toujours égal au produit de l'indice de réfraction du deuxième milieu et du sinus de l'angle de réfraction.

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$$

où:

n_1 = l'indice de réfraction du premier milieu

i = l'angle d'incidence

n_1 = l'indice de réfraction du deuxième milieu

r = l'angle de réfraction

  - on tire le premier indice:

$$n_1 = \frac{n_2 \times \sin(r)}{\sin(i)}$$

  - on tire le deuxième indice:

$$n_2 = \frac{n_1 \times \sin(i)}{\sin(r)}$$

  - on tire $\sin(i)$:

$$\sin(i) = \frac{n_2 \times \sin(r)}{n_1}$$

- on tire $\sin(r)$:

$$\sin(r) = \frac{n_1 \times \sin(i)}{n_2}$$

- Notez bien: Même si les angles d'incidence et réfraction ont des unités degrés, ni les sin de chaque angle ni les indices de réfraction des milieux n'ont des unités. Alors, cette formule n'a pas des unités.

3.3.1) Exercices

1. Un rayon lumineux passe de l'air à l'eau avec un angle d'incidence égal à 30°.
   (a) Quel est l'angle de réfraction?
   (b) Quel est l'angle de déviation?
   (c) Dessinez le schéma de réfraction.
   On donne: $\sin(22^\circ) = 0,375$; $\sin(30^\circ) = 0,5$; $n_{\text{air}} = 1$; $n_{\text{eau}} = 4/3$

données

$i = 30^\circ$
$n_1 = 1$
$n_2 = 4/3$
$\sin(22^\circ) = 0,375$
$\sin(30^\circ) = 0,5$
$r = ?$
$D = ?$

broullions

solution

le calcul d'angle de réfraction

on sait que : $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$

on tire $\sin(r)$: $\sin(r) = \dfrac{n_1 \times \sin(i)}{n_2}$

lettres → valeurs : $\sin(r) = \dfrac{1 \times \sin(30^\circ)}{4/3} = \dfrac{1 \times 0,5}{4/3}$

A.N. : $\sin(r) = 0,375$

on utilise l'équivalence donnée : $\sin(r) = 0,375 = \sin(22^\circ)$

alors : $\boxed{r = 22^\circ}$

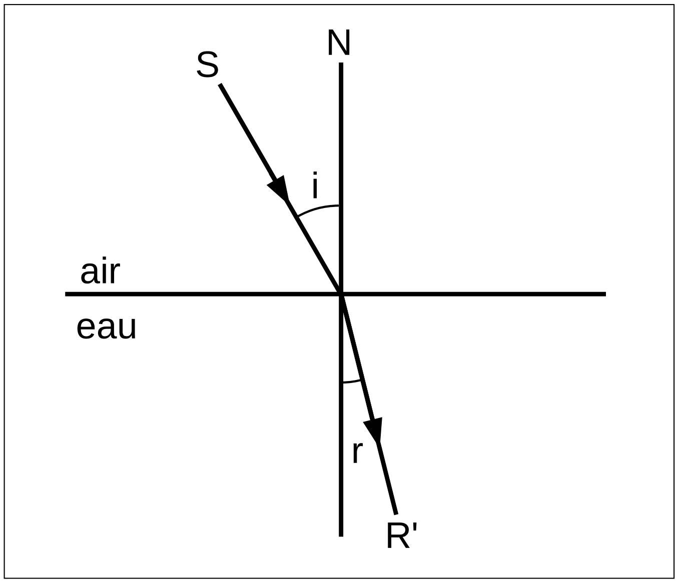
le calcul d'angle de déviation

on sait que : $D = |r - i|$

lettres → valeurs : $D = |22^\circ - 30^\circ|$

A.N. : $\boxed{D = 8^\circ}$

le schéma de réfraction



2. Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau sous un angle d'incidence de 45°.
   (a) Quelle est la valeur de'angle de réfraction?
   (b) Et l'angle de déviation?

   On donne: $\sin(32^\circ) = 0,53$; $\sin(45^\circ) = 0,707$; $n_{\text{air}} = 1$; $n_{\text{eau}} = {}^4/_3$;

données

$i = 45^\circ$

$n_1 = 1$

$n_2 = {}^4/_3$

$\sin(32^\circ) = 0,53$

$\sin(45^\circ) = 0,707$

$r = ?$

$D = ?$

broullions

solution

le calcul d'angle de réfraction

on sait que : $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$

on tire $\sin(r)$: $\sin(r) = \dfrac{n_1 \times \sin(i)}{n_2}$

lettres $\rightarrow$ valeurs : $\sin(r) = \dfrac{1 \times \sin(45^\circ)}{{}^4/_3} = \dfrac{1 \times 0,707}{{}^4/_3}$

A.N. : $\sin(r) \approx 0,53$

on utilise l'équivalence donnée : $\sin(r) \approx 0,53 = \sin(32^\circ)$

alors : $\boxed{r = 32^\circ}$

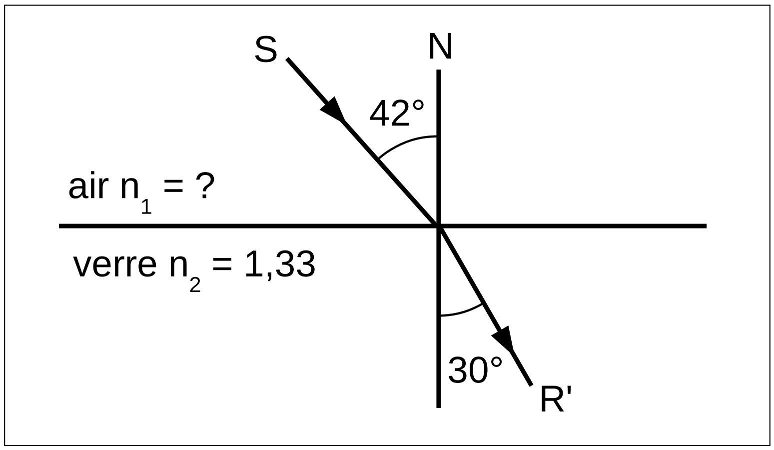
le calcul d'angle de déviation

on sait que : $D = |r - i|$

lettres $\rightarrow$ valeurs : $D = |32^\circ - 45^\circ|$

A.N. : $\boxed{D = 45^\circ}$

3. Un rayon lumineux provenant d'un milieu inconnu passe dans l'eau sous un angle d'incidence de 42°. L'angle de réfraction est 30°.
   (a) Calculer l'indice absolu du milieu inconnu.
   (b) Donner la nature du milieu inconnu.
   On donne: $\sin(42°) = 0,67$; $\sin(30°) = 0,5$; $n_{\text{eau}} = 4/3$; $n_{\text{air}} = 1$



données	solution
$i = 42°$	**le calcul du premier indice**
$r = 30°$	on sait que : $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$
$n_2 = 4/3$	on tire le première indice : $n_1 = \dfrac{n_2 \times \sin(r)}{\sin(i)}$
$\sin(30°) = 0,5$	lettres → valeurs : $n_1 = \dfrac{4/3 \times \sin(30°)}{\sin(42°)} = \dfrac{4/3 \times 0,5}{0,67}$
$\sin(42°) = 0,67$	A.N. : $\boxed{n_1 \approx 1}$
$n_1 = ?$	
nature du première milieu = ?	**la détermination de la nature du premier milieu**
broullions	on sait que : $n_{\text{air}} = 1$
	alors : $n_1 = n_{\text{air}}$
	ainsi : $\boxed{\text{le premier milieu est l'air}}$

4. On envoie un faisceau de rayons parallèles sur la surface libre de l'eau contenue dans un seau. Sachant que l'angle d'incidence est $i = 30°$, calculez:
   (a) L'angle de réfraction;
   (b) La déviation subie par la lumière en traversant la surface libre de l'eau.
   (c) La célérité (vitesse) de la lumière dans l'eau.

   On donne: $\sin(22°) = 0,375$; $\sin(30°) = 0,5$; $n_{\text{eau}} = 4/3$; $n_{\text{air}} = 1$; $c = 300.000.000\ \frac{m}{s}$

données

$$i = 30°$$
$$n_1 = 1$$
$$n_2 = 4/3$$
$$\sin(22°) = 0,375$$
$$\sin(30°) = 0,5$$
$$r = ?$$
$$D = ?$$
$$V_{\text{lumière dans l'eau}} = ?$$

broullions

solution

le calcul de l'angle de réfraction

on sait que : $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$

on tire $\sin(r)$: $\sin(r) = \dfrac{n_1 \times \sin(i)}{n_2}$

lettres → valeurs : $\sin(r) = \dfrac{1 \times \sin(30°)}{4/3} = \dfrac{1 \times 0,5}{4/3}$

A.N. : $\sin(r) = 0,375$

on utilise l'équivalence donnée : $\sin(r) = 0,375 = \sin(22°)$

alors : $\boxed{r = 22°}$

le calcul de l'angle de déviation

on sait que : $D = |r - i|$

lettres → valeurs $D = |22° - 30°|$

A.N. : $\boxed{D = 8°}$

le calcul de la célérité de la lumière dans l'eau

on sait que : $n = \dfrac{c}{V}$

on tire V : $V = \dfrac{c}{n}$

lettres → valeurs $V_{\text{lumière dans l'eau}} = \dfrac{300.000.000\ \frac{m}{s}}{4/3}$

A.N. : $\boxed{V_{\text{lumière dans l'eau}} = 225.000.000\ \dfrac{m}{s}}$

5. Un rayon lumineux arrive sous une incidence de $60°$, sur un morceau de verre d'indice $n = 1,73$. Une partie de la lumière est reflétée et le reste passe dans le verre.

   - Calculer l'angle qui fait le rayon réfracté avec le rayon réfléchi.

     On donne: $\sin(60°) = 0,866; \quad \sin(30°) = 0,5$

données

$i = 60°$

$n_1 = 1$

$n_2 = 1,73$

$\sin(30°) = 0,5$

$\sin(60°) = 0,866$

$r = ?$

l'angle entre R et $R' = ?$

brouillons

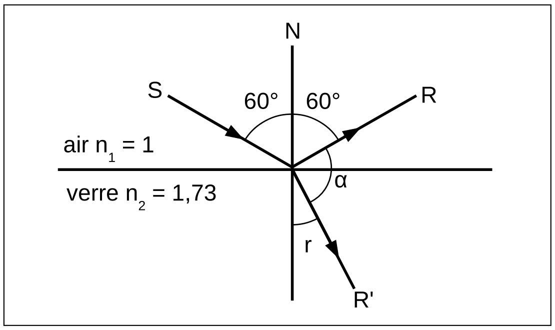
solution

le raisonnement au début

- L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion:

$$i = i' \rightarrow i' = 60°$$

- On symbolise l'angle que fait le rayon réfracté avec le rayon réfléchi "α"



- Les angles i', α et r sont supplémentaires: $i' + \alpha + r = 180°$
- On tire α : $\alpha = 180° - r - i' = 120° - r$
- Alors, on peut calculer α après avoir calculé r.

le calcul de l'angle de réfraction

on sait que : $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$

on tire $\sin(r)$: $\sin(r) = \dfrac{n_1 \times \sin(i)}{n_2}$

lettres $\rightarrow$ valeurs : $\sin(r) = \dfrac{1 \times \sin(60°)}{1,73} = \dfrac{1 \times 0,866}{1,73}$

A.N. : $\sin(r) \approx 0,5$

on utilise l'équivalence donnée : $\sin(r) \approx 0,5 \approx \sin(30°)$

alors : $\boxed{r = 30°}$

le calcul de α

on sait que : $\alpha = 120° - r$

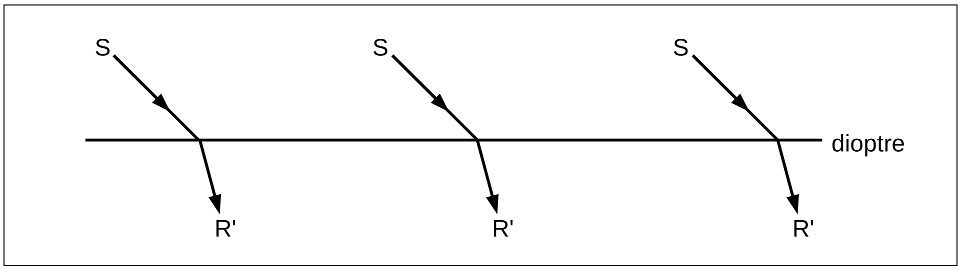
lettres $\rightarrow$ valeurs : $\alpha = 120° - 30°$

A.N. : $\boxed{\alpha, \text{ l'angle entre R et R'} = 90°}$

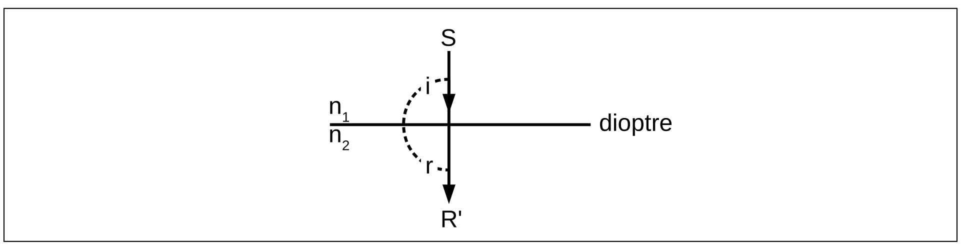
3.4) Introduction aux lentilles convergentes

3.4.1) Rappelons-nous

- Quand la lumière traverse la frontière entre deux milieux à un angle, le rayon est réfracté.
- Si la frontière est plat, le rayon est réfracté au même angle, n'importe où le long de la frontière le point d'incidence se produit.



- Quand un rayon traverse à un angle d'incidence qui est parfaitement droit, il n'y a pas de réfraction.



- On trouve qu'il n'y a pas d'angle de réfraction en utilisant la 2$^{\text{ème}}$ loi de la réfraction:

on sait que: $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$

un angle d'incidence droit: $i = 90°$

on remplace *i*: $n_1 \sin(90°) = n_2 \sin(r)$

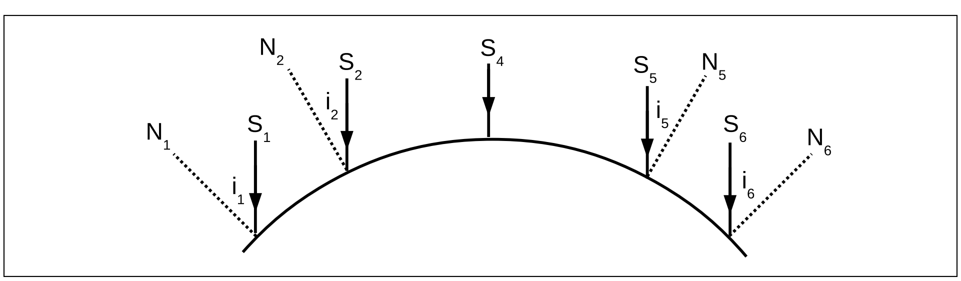
on donne: $\sin(90°) = 0$

on remplace $\sin(90°)$: $n_1 \times 0 = n_2 \times \sin(r)$

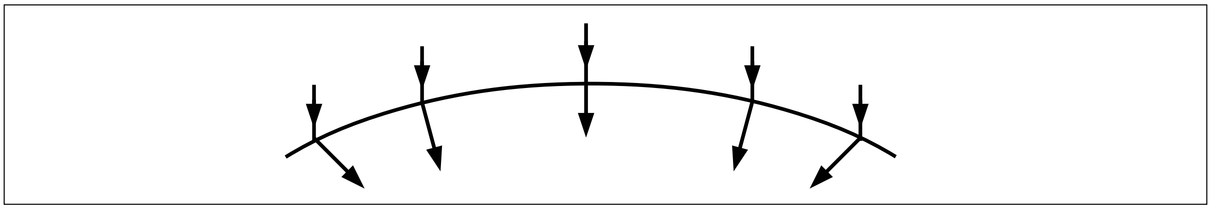
alors: $\sin(r) = 0 = \sin(90°) \rightarrow r = 90°$

3.4.2) Lentilles convergentes

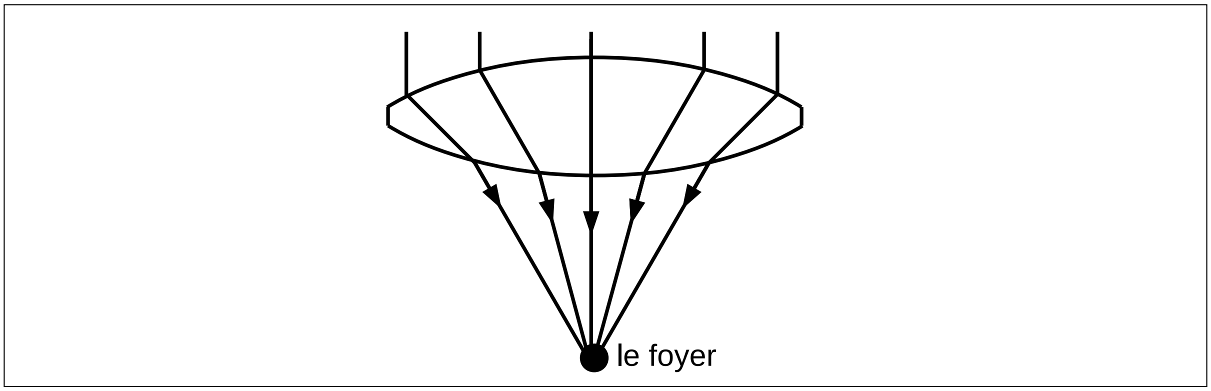
- Si la frontière entre les deux supports est courbé, l'angle d'incidence est différent aux points différents.



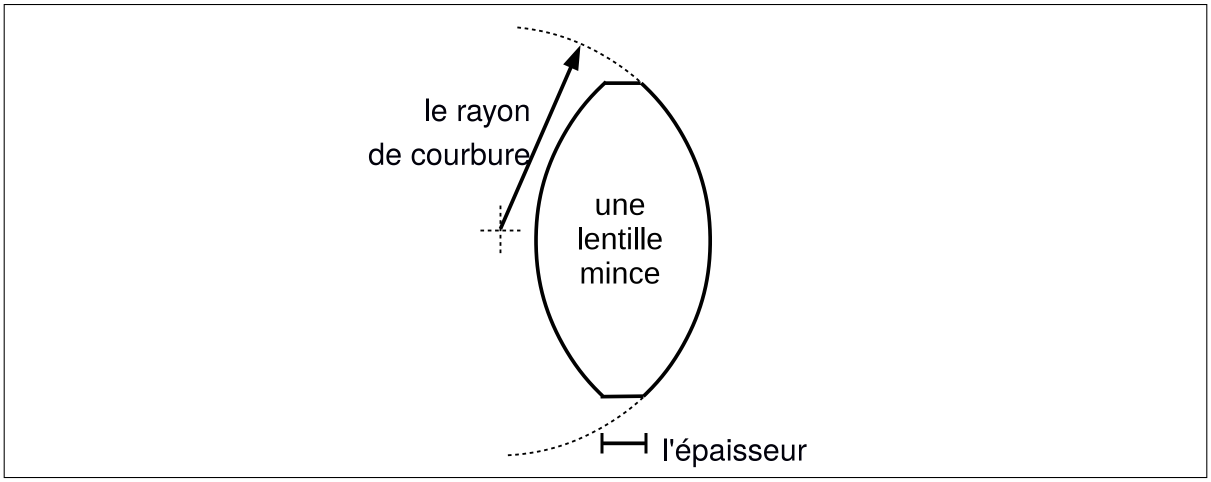
- Ces angles différents des indices donnent différents angles de réfraction dans le milieu.



- Si les rayons réfractés sortent du milieu transparent à travers une surface qui est également courbés, les rayons sortant convergent à un point.



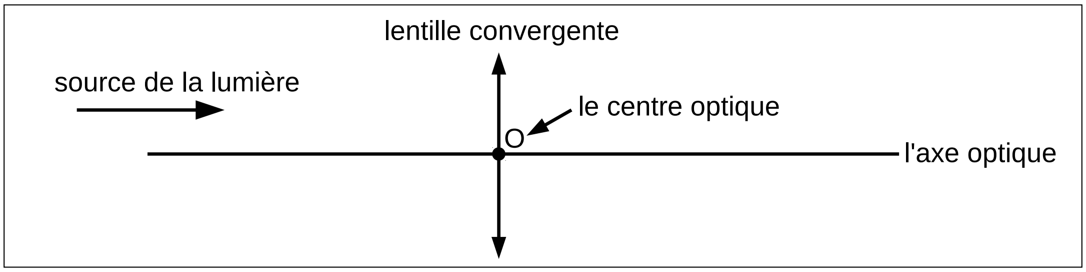
- Les milieux transparents qui convergent la lumière en un foyer sont appelés “les lentilles convergents”.
- Définition: Une lentille convergente est un corps transparent limité par deux surfaces sphériques.
- La plupart des lentilles convergentes sont “minces”.
- Définition: Une lentille mince est une lentille avec une épaisseur inférieure à son rayon de courbure.



3.5) La construction d'une image réelle

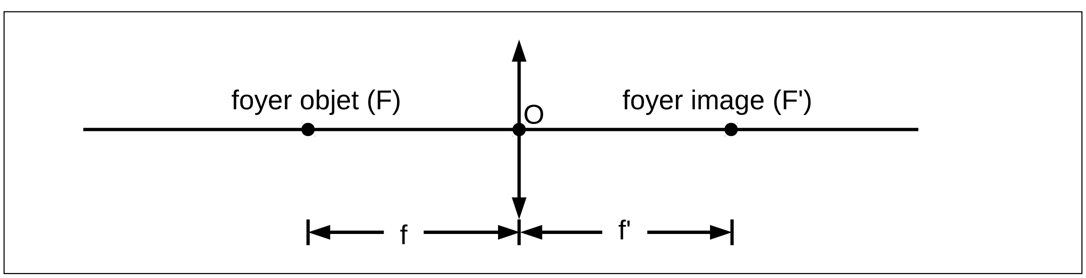
3.5.1) La représentation d'une lentille convergente

- La centre d'une lentille convergente est symbolisée par une ligne vertical et deux flèches.
- L'axe optique d'un lentille convergente est symbolisée par une ligne horizontal qui passe par son centre.
- Définition: Le centre optique est le point où l'axe optique traverse le centre de la lentille.
- Le centre optique est symbolisé O.
- Par convention, la lumière est produite à gauche de la lentille, dirigé vers la droite.



- Une lentille convergente a deux foyers.
  - Définition: Le foyer objet, symbolisé F, est le point où il faut que les rayons lumineux passent après ayant passé par l'objet et avant la lentille.
  - Définition: Le foyer image, symbolisé F', est le point où il faut que les rayons lumineux passent après ayant passé par la lentille mais avant l'image.
  - La distance focale est la distance d'un foyer au centre de la lentille.
  - La distance focale du foyer objet est symbolisée f.
  - La distance focale du foyer image est symbolisée f'.
  - La distance focale est particulière à la lentille.
  - La distance du centre optique au foyer objet est toujours égale à la distance du centre optique au foyer image.

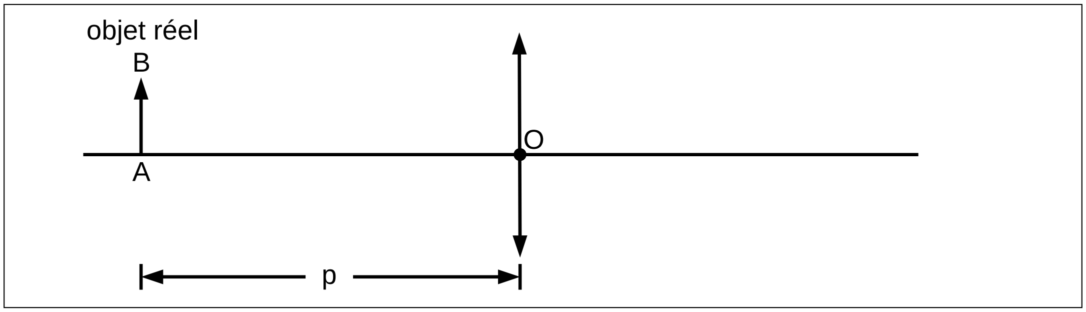
$$f = f'$$



You'll need to explain these concepts pretty well, but your students should understand them without too much trouble.

3.5.2) Construction d'un schéma optique

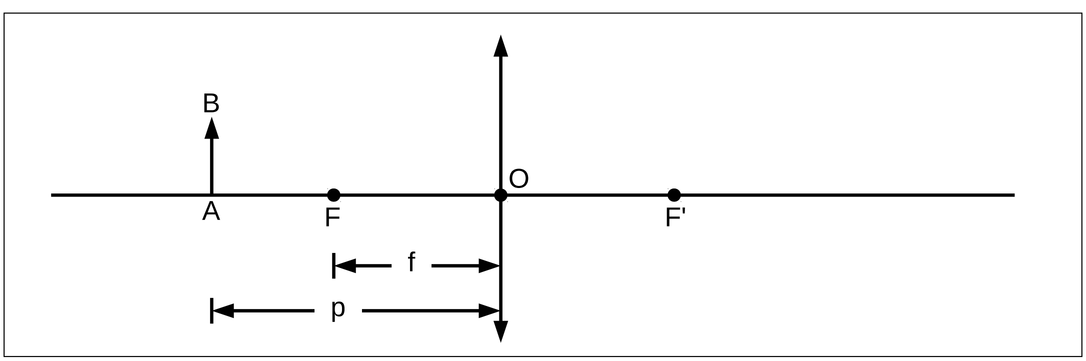
- Quand on place un objet près d'une lentille, une image est donnée.
- L'objet est la chose qu'on veut voir avec la lentille.
- L'image est ce qu'on voit mieux avec la lentille; c'est l'image de l'objet mais plus grande et claire.
- On symbolise l'objet par une flèche et les lettres AB.
- La distance entre l'objet et le centre optique est symbolisée p.
- L'objet est réel s'il est à gauche de la lentille, où la lumière est produite.



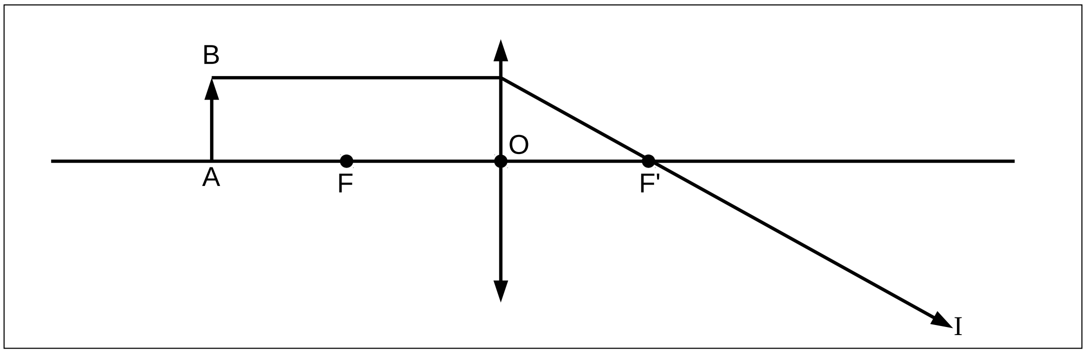
- En formant l'image, beaucoup de rayons passent par la lentille.
- Pour effectuer des constructions sur un schéma optique, on considère seulement 3 rayons particuliers.
- Définition: Les rayons principaux sont les trois rayons lumineux dont on a besoin pour construire sur un schéma optique.
  - Le premier rayon principal passe par le foyer image.
  - Le deuxième rayon principal passe par le foyer objet.
  - Le troisième rayon principal passe par le centre optique.

3.5.3) La construction d'une image réelle

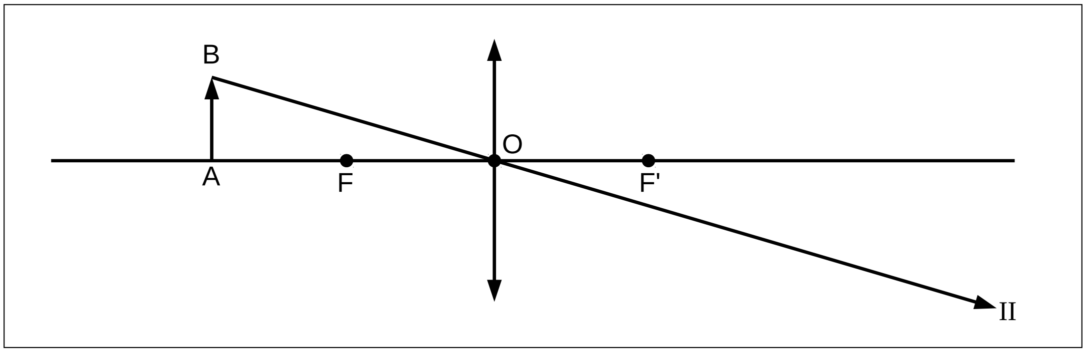
- Définition: Une image réelle est une image qui se situe à l'autre coté de la lentille, par rapport à l'objet.
- On appelle l'image réelle parce que les trois rayons principaux se terminent à l'image.
- Quand la distance lentille-objet est supérieure à la distance focale $(p > f)$, l'image est réelle.



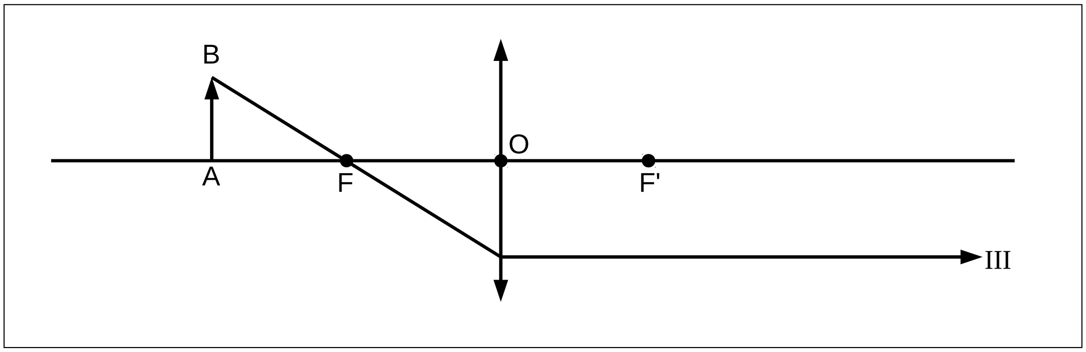
- Le premier rayon principal:
  - est parallèle à l’axe avant la lentille.
  - est dévié en passant par la lentille.
  - passe par le foyer image.



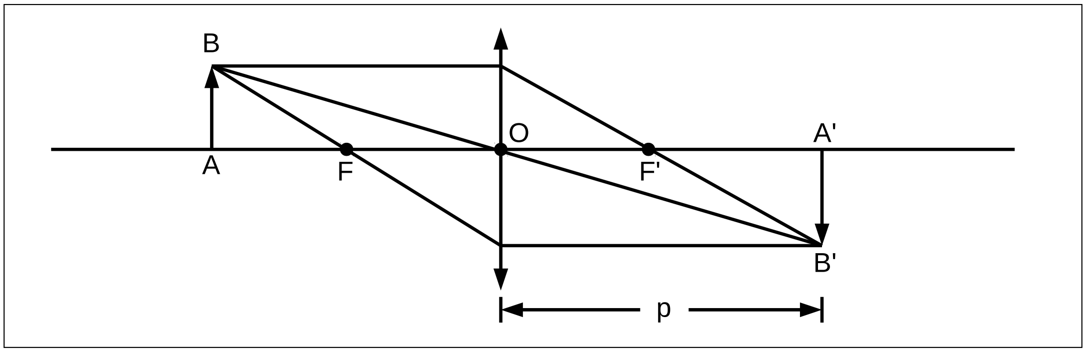
- Le deuxième rayon principal:
  - passe par le centre optique.
  - n’est pas dévié en passant par la lentille.



- Le troisième rayon principal:
  - passe par le foyer objet avant la lentille.
  - est dévié en passant par la lentille.
  - est parallèle à l’axe après la lentille.



- Les trois rayons sont venus de l'objet et ils se croisent à l'image.
- On symbolise l'objet par un flèche et les lettres $A'B'$.
- La distance entre l'image et le centre optique est symbolisée p'.



- Ainsi, avec l'aide des trois rayons principaux, on peut toujours trouver la position de l'image donnée par une lentille.

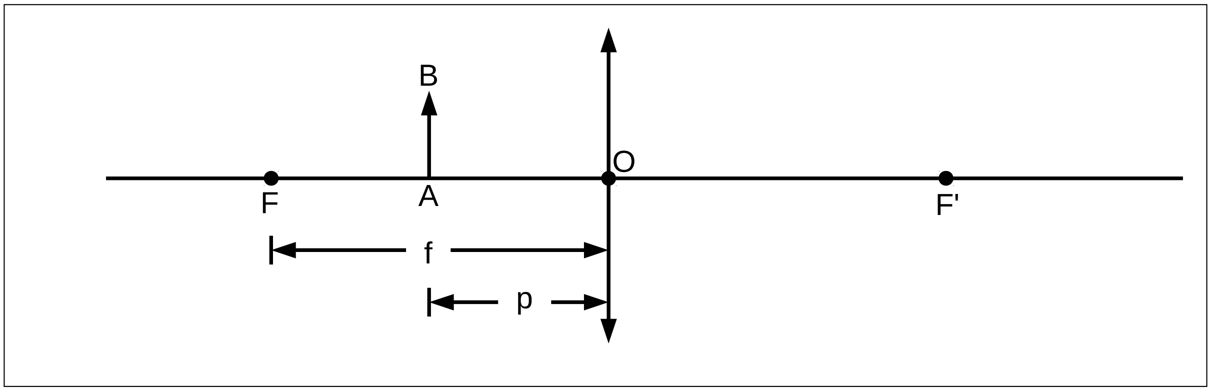
You'll want to make sure that you cover this thoroughly so that your students can have a solid foundation for the thin-lens equation, but it shouldn't be too difficult for them to grasp this. Try to explain also that this is really a model; of course in reality there are innumerable particles of light in a single beam. Still, what's most essential is that 10^{th} *graders can solve the problems. A brief demo with a magnifying glass would be useful here to illustrate the difference between object and image, and that the image is formed on the other side of the lens with the rays of light passing through it that way.*

3.6) La construction d'une image virtuelle

Virtual images are not explicitly in the program, but you may want to cover them anyway. If you do, be sure to thoroughly differentiate them from real images, and expect lots of questions.

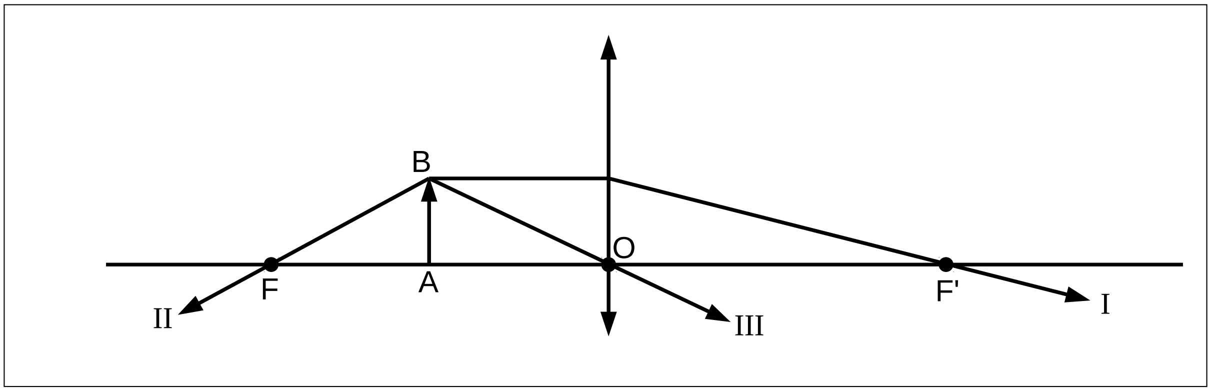
3.6.1) Une image virtuelle

- Définition: Une image virtuelle est une image qui se trouve au même coté de la lentille, par rapport à l'objet.
- On appelle l'image virtuelle parce que les rayons lumineux ne se croisent pas à l'image, mais on peut voir l'image quand-même.
- Quand la distance lentille-objet est inférieure à la distance focale $(p < f)$, l'image est virtuelle.

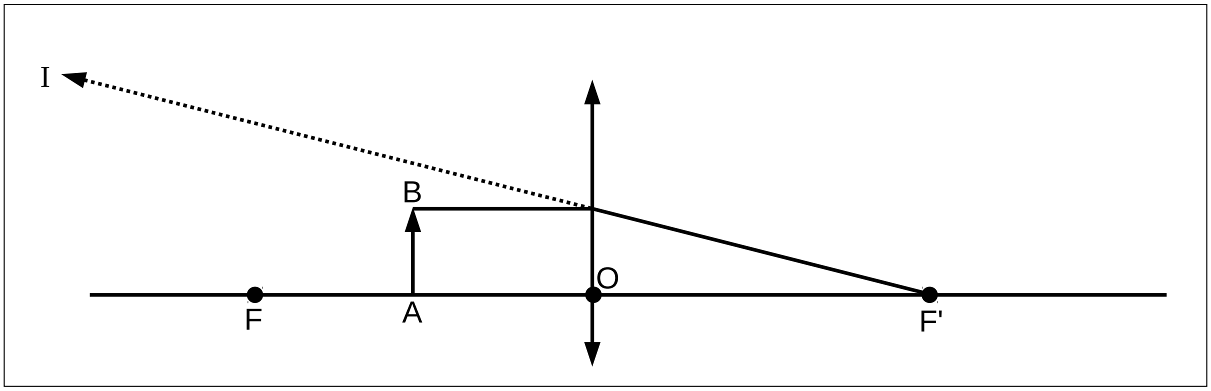


3.6.2) La construction d'une image virtuelle

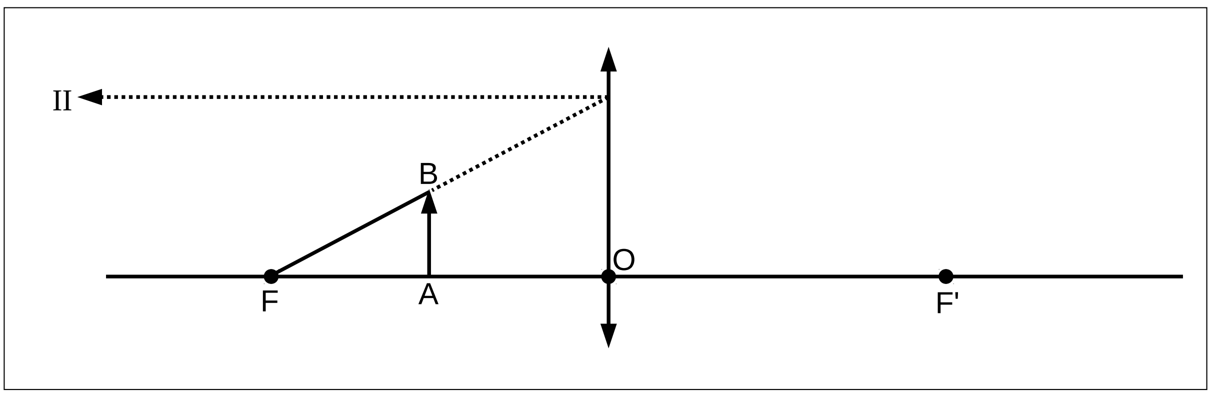
- Pour construire une image virtuelle, on commence avec les trois rayons principaux:
  - Le premier rayon principal, qui passe par le foyer image;
  - Le deuxième rayon principal, qui passe par le foyer objet;
  - Le troisième rayon principal, qui passe par le centre optique.



- Tous les rayons divergent (ne se croisent pas), donc une image réelle est impossible.
- Pour trouver l'image virtuelle, on trace en arrière des rayons principaux.
- Le premier rayon principal est tracé dans le sens opposé, avant la lentille.



- Le deuxième rayon principal est tracé dans le sens opposé vers la lentille.
- Après la lentille, il est renvoyé parallèlement à l'axe optique.



- Le troisième rayon principal est tracé dans le sens opposé, parti de la lentille.