

1 INTRODUCTION

Définitions

Histoire

Notions mathématiques

Puissance de 10

Trigonométrie



1. Qu'est-ce que la physique ?

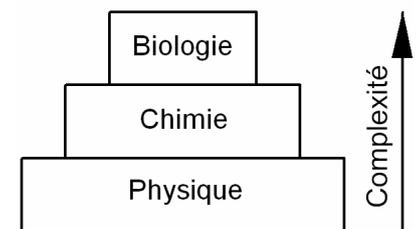
La physique est une science de la nature qui étudie les propriétés générales de la matière et qui établit des lois qui rendent compte des phénomènes. La physique est donc avant tout une science expérimentale basée sur l'observation et la mesure.

On peut dire que la physique est née en Grèce au VI^{ème} siècle avant Jésus-Christ et son nom vient du terme "φυσικη" = "physiké", c'est-à-dire la nature.

En simplifiant, la méthode des sciences physiques consiste à :

- 1) Observer les phénomènes naturels, ce qui crée une surprise et un étonnement.
- 2) Simplifier le problème en faisant un modèle qui rend compte le mieux possible du phénomène.
- 3) Grâce au langage des mathématiques, exprimer la loi qui permet de calculer et prédire ce qui va se passer.
- 4) Vérifier la véracité de la loi au moyen de l'expérience. Einstein disait que l'on ne fait jamais assez d'expériences pour dire que l'on a raison. Une seule expérience suffirait pour dire que l'on a tort.

La physique est à la base des 2 autres sciences expérimentales. Elle explique le fonctionnement de l'électron qui permet de comprendre les liaisons chimiques. La chimie permet de comprendre comment les molécules s'organisent dans le monde vivant. On peut représenter les trois sciences grâce à la pyramide ci-contre :



2. Les différents domaines de la physique

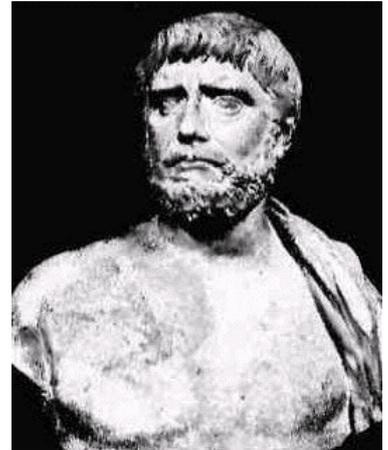
- La mécanique** Le mouvement des corps ou la cinématique.
Les forces, causes de ce mouvement (dynamique).
L'énergie ou le travail fourni pour déplacer un objet.
La pression dans l'air ou dans l'eau (ou dans les fluides).
- La chaleur** Echange de chaleur, transformations de chaleur en énergie mécanique et inversement, mesure de la chaleur.
- L'électricité** L'électricité statique basée sur la charge et ses propriétés.
Le courant électrique (électrocinétique) dans un circuit.
Les effets magnétiques du courant électrique et leurs applications.
- Les ondes** Etude de la lumière (+ optique géométrique) et du son.

Ces différents domaines font partie de la mécanique classique qui a été élaborée jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle.

3. Quelques éléments d'histoire de la physique

3.1 Les Grecs

Les Chinois ont fait des inventions considérables comme la boussole et la poudre mais on pourrait attribuer le début de la physique aux Grecs et plus précisément à **Thalès** et à son école de Milet. Avec les Grecs, la physique a été associée à la philosophie et appelée philosophie naturelle.



Thalès

Thalès et son école (vers -625) ont fait des expériences avec de l'ambre frotté à un morceau de tissu et ont remarqué que l'ambre attirait des cheveux et des petits bouts de tissus. Le mot grec "ηλεκτρον" = "éléktron" a donné le terme électricité. A Magnésie en Asie Mineure (Turquie), l'école de Thalès a découvert la "pierre à aimant" ainsi dénommée car elle attire à elle de petits bouts de fer. De ce lieu vient le nom de magnétisme.

Pythagore (vers -530) étudia l'acoustique et formalisa les rapports de la gamme. Dans sa philosophie, le nombre est la source et la racine de toute chose dans l'Univers. Il donne la théorie des 4 éléments : eau - air - terre - feu. Il étudie aussi la théorie des gammes musicales



Archimède

Démocrite et Leucippe (vers -430) envisagent la notion d'atome : particule indivisible et brique élémentaire de tout l'Univers.

Aristote (vers -320) pense que l'on peut faire une théorie sur la nature sans l'expérimenter. Cette idée va persister pendant presque deux millénaires. Les Grecs avaient souvent le défaut de ne pas être de bons expérimentateurs, ce qui est très ennuyeux pour des physiciens.

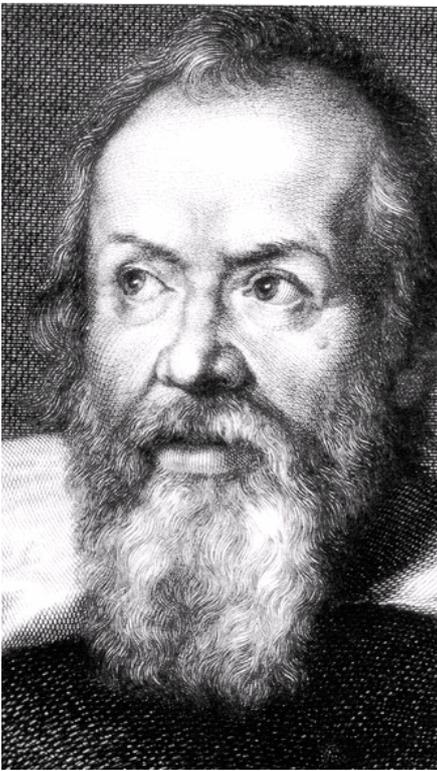
Archimède (-287 à - 212) étudie les leviers, les équilibres statiques et l'hydrostatique. C'est le premier expérimentateur donc le premier "vrai physicien".

3.2 XVI et XVII^{ème} siècles (mécanique)

Il n'y a pas de découvertes importantes avant Léonard de Vinci "le technicien" (Renaissance) qui étudie toute une série de mécanismes mais n'apporte pas de théorie.

Vers 1515 **Copernic** (1473 – 1543) émet l'hypothèse, d'après ses observations, que la terre se meut. Il publie plus tard un livre mais reste assez discret. Il a la chance de vivre en Allemagne, ce qui le met à l'abri des ennuis avec les ecclésiastiques.

En Italie, **Galilée** (1564-1642) se crée quelques problèmes avec le clergé en émettant les idées de Copernic. Mais grâce à ses connaissances "hauts placées", il évite le bûcher. Galilée est souvent appelé "l'expérimentateur" et il a permis la naissance de la



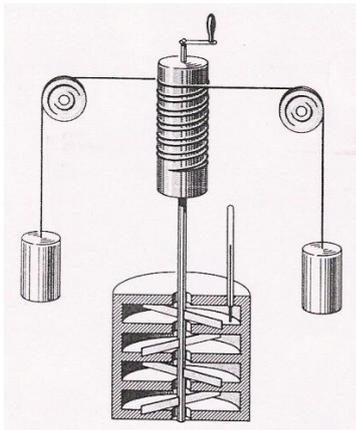
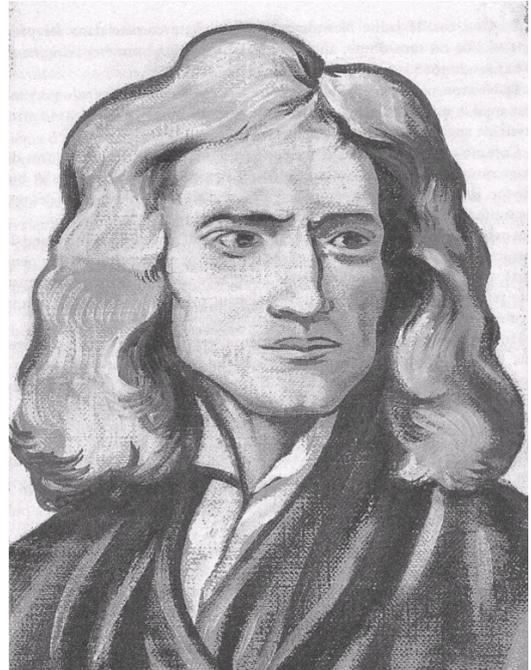
physique classique. Il s'intéresse au mouvement des corps et s'aperçoit en jetant deux objets pesants (graves) du sommet de la tour de Pise que les temps de chute sont les mêmes. Il va établir les bases de l'étude du mouvement (cinématique) ainsi que de la démarche scientifique.

Newton (1642 - 1727) n'avait que 24 ans quand il découvrit la loi de la gravitation et 25 (1667) la loi fondamentale de la dynamique.

Souvent qualifié de génie scientifique inégalé jusqu'à Einstein, il est considéré comme "le père de la physique classique".

Il s'occupe aussi d'optique et pense que la lumière est formée de corpuscules,

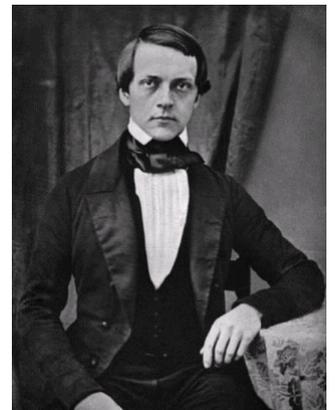
contrairement à Huygens (1629-1695) qui élabore une théorie ondulatoire de la lumière.



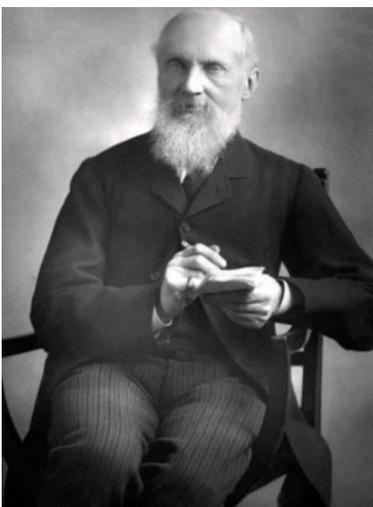
3.3 XIX^{ème} siècle (chaleur)

En 1843, James Prescott **Joule**, un brasseur anglais, mesure l'augmentation de température produite par l'agitation mécanique de l'eau et en déduit une équivalence entre travail mécanique et chaleur.

En 1847 : **Herman von Helmholtz** pose la conservation de l'énergie (travail d'une force) après Mayer et Joule.



William Thomson, plus connu sous son titre de **lord Kelvin** (1824-1907), est l'un des plus célèbres physiciens britanniques du XIX^{ème} siècle. Il laissera son nom à l'unité de température.



3.3 XIX^{ème} siècle (électricité)

C'est pratiquement pendant ce siècle que s'est élaborée la théorie de l'électricité. Jusque-là, on connaissait l'électricité statique, la foudre, les poissons électriques, ainsi que la boussole et le magnétisme.

En 1786, **Galvani** découvre que les nerfs conduisent l'électricité, provoquant ainsi la contraction musculaire. **Volta** refait les expériences de Galvani et constate que la jonction de deux métaux peut produire de l'électricité. En 1800, il met au point la première pile électrique.



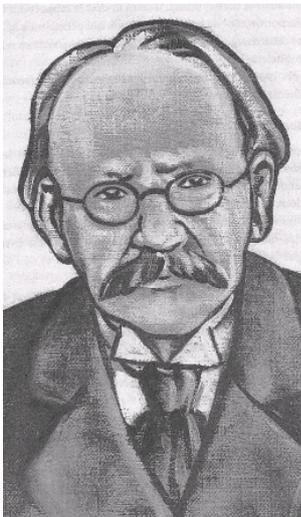
En 1820, **Oersted** découvre qu'un courant électrique dans un fil provoque un champ magnétique ; le lien entre électricité et magnétisme est fait.

En 1821 André Marie **Ampère** pose la loi qui permet de calculer le champ magnétique B en fonction du courant électrique I .

Le courant électrique I se mesure en ampères A.

Faraday découvre en 1831 qu'un champ magnétique variable peut produire une tension électrique.

Maxwell permet de calculer les ondes électromagnétiques en réécrivant les 4 équations de l'électricité en 1864. La vitesse de la lumière, d'après sa théorie, doit être un absolu.



Ce n'est qu'en 1897 que **Joseph John Thomson** (1856-1940)

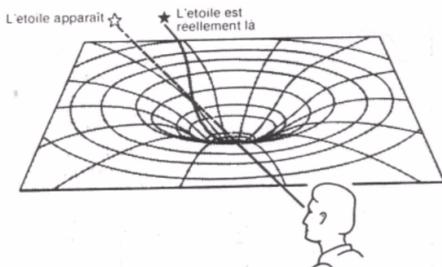
découvre la charge élémentaire ou charge de l'électron $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C. Il reçoit en 1906 le prix Nobel de physique, pour ses recherches sur la conduction de l'électricité par les gaz.

On peut dire que la physique classique est "achevée" à la fin du XIX^{me} siècle.

3.4 XX^{eme} siècle (physique moderne)

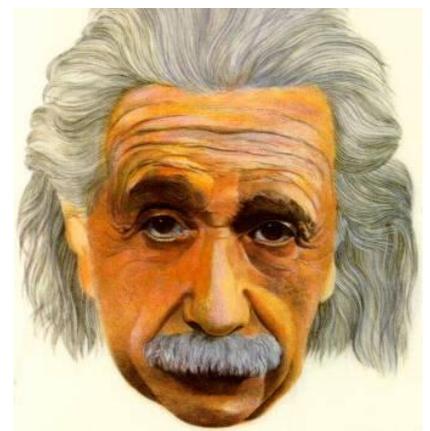
La "physique moderne" qui naît avec ce siècle étudie les situations extrêmes par rapport à nos limites :

La **relativité restreinte** développée par **Einstein** en 1905 traite des cas où la vitesse est de l'ordre de celle de la lumière. Les études sur les ondes et sur l'électromagnétisme permettent de montrer que la célérité c de la lumière est une constante dans l'Univers. $c = 300'000$ km/s. Le temps et la longueur peuvent varier si la vitesse est proche de celle de la lumière.



Avec la **relativité générale**

(1915) Einstein découvre que l'espace est courbé par les masses qui le composent.

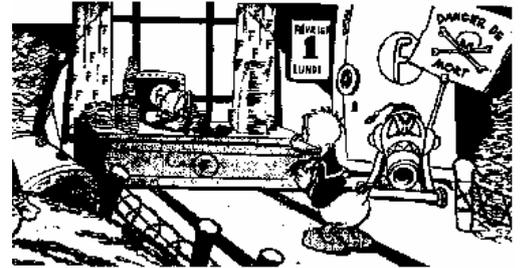


La physique quantique traite des cas à la dimension de l'atome.

Remarque : lorsque l'on exprime un résultat au moyen de la notation scientifique, son ordre de grandeur est déterminé en arrondissant le nombre qui précède la puissance à 1 ou à 0 suivant sa valeur.

Exemples: L'ordre de grandeur de $2,99 * 10^8$ est 10^8 .
 L'ordre de grandeur de $7,82 * 10^5$ est 10^6 .
 L'ordre de grandeur de $8,13 * 10^9$ est 10^{10} .

N'y aurait-il pas un moyen plus rapide d'évaluer l'ordre de grandeur de la fortune de Picsou ?



4.4 Précision des calculs

Avec 3 chiffres significatifs la précision est supérieure au pour-cent ex. : $1.53 * 10^3$
 Avec 4 chiffres significatifs la précision est supérieure au pour mille ex. : $1.987 * 10^3$.

5. Grandeurs physiques, mesures et unités

La physique est une science quantitative : on fait d'abord des mesures puis on établit des lois entre les grandeurs mesurées.

5.1 Grandeurs physiques

Les grandeurs physiques sont symbolisées par des lettres et l'on gardera toujours la même lettre pour la même grandeur. Exemples :

t temps écoulé à partir d'un certain instant.
 d, r(x,y), l distance d, position (vectorielle) r(x,y) ou longueur l.
 v vitesse (= distance / temps).
 a accélération (= vitesse / temps).
 m masse (quantité de matière).
 F force...

Les lettres grecques $\alpha, \beta, \gamma...$ sont généralement utilisées pour désigner des angles.

Les indices (placés en bas à droite d'une lettre), par exemple x_1 indiquent :

- * Qu'il s'agit d'une valeur définie dans une condition particulière de la grandeur x.
- * Soit pour distinguer les objets les uns des autres lorsqu'il y en a plusieurs.

Δx ne désigne pas le produit de Δ par x mais un intervalle qui sépare deux valeurs particulières de x : $\Delta x = x_2 - x_1$.

5.2 Unités physiques

Mesurer une grandeur, c'est la comparer à une grandeur de même espèce prise comme unité. Les unités sont également symbolisées par des lettres. Les unités physiques fondamentales sont :

*	le mètre	m	longueur
*	la seconde	s	temps
*	le kilogramme	kg	masse
*	l'ampère	A	courant électrique
*	le kelvin	K	température
*	la mole	mol	unité chimique de quantité chimique ¹
*	le candela	cd	intensité lumineuse

¹ Depuis 1991, la mole, quantité de matière a été renommée **quantité chimique**.

Les 7 unités citées plus haut sont fondamentales et à la base de notre système de mesures. On lui donne le nom de système MKSA (mètre-kilogramme-seconde-ampère) ou SI (système international). Il a été proposé en 1901 par Giorgi et adopté en 1960.

Attention, il faut faire bien attention de distinguer le kilogramme qui signifie 1000 grammes et le préfixe kilo signifiant que l'on multiplie par un facteur 1000. Un abus de langage courant nous fait dire kilo pour kilogramme. On pourrait aussi confondre facilement l'unité mètre m avec la masse m !

On utilise souvent d'autres unités physiques:

cm, mm, km...	longueur, distance
h, min...	temps
g, t...	masse
°C, °F...	température

Lorsque l'on fait un calcul avec une loi physique, il faut veiller à ce que les grandeurs soient toujours exprimées dans les unités fondamentales MKSA.

5.3 Unités dérivées

Les 7 grandeurs fondamentales permettent d'exprimer toutes les autres que l'on appellera grandeurs dérivées.

Exemples :	grandeur dérivée	unité MKSA	autres unités
*	surface	m ²	ha, a, mm ² , km ² ...
*	vitesse	m/s	km/h, mm/s...
*	force	kgm/s ² ou N	kg*...

5.4 Multiples et sous-multiples décimaux des unités SI

Facteur	Préfixe	Symbole	Origine
$10^{-18} = 10^{-(3*6)}$	atto	a	danois : dix-huit
$10^{-15} = 10^{-(3*5)}$	femto	f	danois : quinze
$10^{-12} = 10^{-(3*4)}$	pico	p	italien : petit
$10^{-9} = 10^{-(3*3)}$	nano	n	grec : nain
$10^{-6} = 10^{-(3*2)}$	micro	μ	grec : petit
10^{-3}	milli	m	latin : mille
10^{-2}	centi	c	latin : cent
10^{-1}	déci	d	latin : dix
1	-----	-	-----
10^1	déca	da	grec : dix
10^2	hecto	h	grec : cent
10^3	kilo	k	grec : mille
$10^6 = 10^{(3*2)}$	méga	M	grec : grand
$10^9 = 10^{(3*3)}$	giga	G	grec : géant
$10^{12} = 10^{(3*4)}$	téra	T	grec : monstrueux
$10^{15} = 10^{(3*5)}$	péta	P	grec : cinq
$10^{18} = 10^{(3*6)}$	exa	E	grec : six

5.5 Lois physiques

Les lois physiques s'expriment à l'aide d'expressions mathématiques reliant entre elles les différentes grandeurs caractérisant l'ensemble étudié. Lorsque l'on effectue des calculs à partir d'une loi, on prendra garde à ne pas confondre les symboles

représentant les grandeurs avec ceux représentant les unités. Il est vivement conseillé de définir clairement à priori les unités que l'on va utiliser pour les calculs, de les abandonner lors des calculs puis de les remettre sur le résultat final.

Exemple : loi du ressort $F = k x$; $F = 10 \text{ N}$; $x = 0.05 \text{ m}$; $k = F/x = 10/0.05 = 200 \text{ N/m}$.

5.6 Analyse dimensionnelle

Il s'agit de contrôler, par la dimension du résultat, que celui-ci a des chances d'être correct. Attention : l'analyse dimensionnelle ne certifie pas la véracité du résultat à 100% !

Exemple : loi de la gravitation universelle $F = GmM/d^2 = mg$ avec G en Nm^2/kg^2

$g = GM/d^2 = [\text{N m}^2 \text{ kg} / (\text{kg}^2 \text{m}^2)] = [\text{N} / \text{kg}] = (*) [\text{kg m} / (\text{s}^2 \text{kg})] = [\text{m}/\text{s}^2]$.

(*) {On sait que $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m}/\text{s}^2$ car $F = ma$ }.

5.7 Le Système international d'unités

5.7.1 Unités fondamentales

Le **mètre** (m) est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299792458$ de seconde. (1983)

Le **kilogramme** (kg) est la masse du prototype international du kilogramme. (Cylindre de platine-iridium déposé au Bureau international des Poids et Mesures à Sèvres près de Paris.) (1901)

La **seconde** (s) est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133. (1967)

L'**ampère** (A) est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à $2 * 10^{-7}$ newton par mètre de longueur. (1948) ($1 \text{ newton} = 1 \text{ kgm}/\text{s}^2$)*

Le **kelvin** (K), unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273,15$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau. (1967).

La **candela** (cd) est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence $540 * 10^{12}$ Hz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est de $1/683 \text{ W}/\text{sr}$. (1981).

La **mole** (mol) est la quantité chimique d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.

Remarque: Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules. (1991)

(Le texte entre parenthèses n'appartient pas à la définition officielle)*.

5.7.2 Unités supplémentaires

Le **radian** (rad) est l'angle plan compris entre deux rayons qui, sur un cercle, interceptent un arc de longueur égale à celle du rayon.

Le **stéradian** (sr) est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur cette sphère une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère.

Tiré des tables numériques et formulaires CRM p. 123 et 124.

6. Les puissances de 10 ou l'humain par rapport à l'atome et l'Univers

distance	unité	préfixe	Description
[m]			
10^{26}			De l'ordre de l' horizon cosmologique de l'Univers
10^{24}	Ym	yotta	Un amas galactique
10^{21}	Zm	zetta	Une petite galaxie
10^{18}	Em	exa	Un parterre d'étoiles
10^{15}	Pm	péta	Aux confins du Système solaire, l' année lumière
10^{12}	Tm	tera	L'orbite de Jupiter, environ 7 unités astronomiques
10^9	Gm	giga	Orbite de la Lune et taille du Soleil
10^6	Mm	méga	Grand pays (USA), 1/6 du rayon de la Terre
10^3	km	kilo	Village ou petit bout de ville
10^0	m	1	L'être humain
10^{-3}	mm	milli	Petit insecte
10^{-6}	mm	micro	Cellule et bactérie
10^{-9}	nm	nano	Une dizaine d'atomes de taille d'un angström .
10^{-12}	pm	pico	Entre atome et noyau (1000x noyau)
10^{-15}	fm	femto	Proton de taille d'un fermi
10^{-18}	am	atto	Quarks forme inconnue ??? ²

Ces quelques longueurs donnent une bonne idée de la taille de différents objets et permettent d'y associer quelques préfixes.

On peut aussi donner la longueur de **quelques objets typiques** :

Description	Dimension [m]	Ordre de grandeur [m]	Autre unité
L'Univers	$1.28 * 10^{26}$	10^{26}	13.5 GAL
Une galaxie	$9.467 * 10^{20}$	10^{21}	100'000 AL
Distance à l'étoile la plus proche	$3.976 * 10^{16}$	10^{16}	4.2 AL *
Une année-lumière AL	$9.467 * 10^{15}$	10^{16}	

² Il existe encore des préfixes pour 10^{-21} zepto z et 10^{-24} yocto y

Le système solaire	$5.25 * 10^{14}$	10^{15}	50 UA **
Le Soleil (diamètre)	$1.39 * 10^9$	10^9	1.5 millions km
La Terre (diamètre)	$1.274 * 10^7$	10^7	12740 km
La Lune (diamètre)	$3.476 * 10^6$	10^6	3476 km
L'être humain	1.7	1	
Diamètre d'un cheveu	$2 * 10^{-6}$	10^{-6}	2 μm
Virus	10^{-7}	10^{-7}	0.1 μm
L'atome	10^{-10}	10^{-10}	1 angström
Le proton	10^{-15}	10^{-15}	1 fermi

Nous découvrons deux nouvelles unités de distance : l'année lumière AL qui est la distance parcourue par la lumière (à 300'000 km/s) en une année ($365.25 * 24 * 3600$) et l'unité astronomique UA qui est la distance entre la Terre et le Soleil.

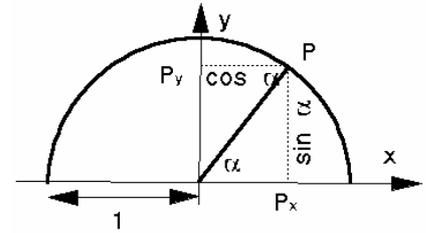
Et encore quelques masses en kg entre celles de l'Univers et de l'électron :

Description	Masse [kg]	Ordre de grandeur	Autre unité
L'Univers	$2 * 10^{52}$	10^{52}	100 G galaxies
Une galaxie	$2 * 10^{41}$	10^{41}	100 G étoiles
Le Soleil (étoile)	$2 * 10^{30}$	10^{30}	1 masse solaire
La Terre	$5.98 * 10^{24}$	10^{25}	
La Lune	$7.4 * 10^{22}$	10^{23}	
Une montagne	$2.4 * 10^{12}$	10^{12}	
Un camion	10^4	10'000	10 tonnes
L'être humain	70	100	
Un litre d'eau	1	1	1 litre
Bactérie	10^{-13}	10^{-13}	
Molécule	10^{-20}	10^{-20}	
Atome d'oxygène	$3 * 10^{-26}$	10^{-26}	
Proton	$1.7 * 10^{-27}$	10^{-27}	
Electron	$9.1 * 10^{-31}$	10^{-30}	

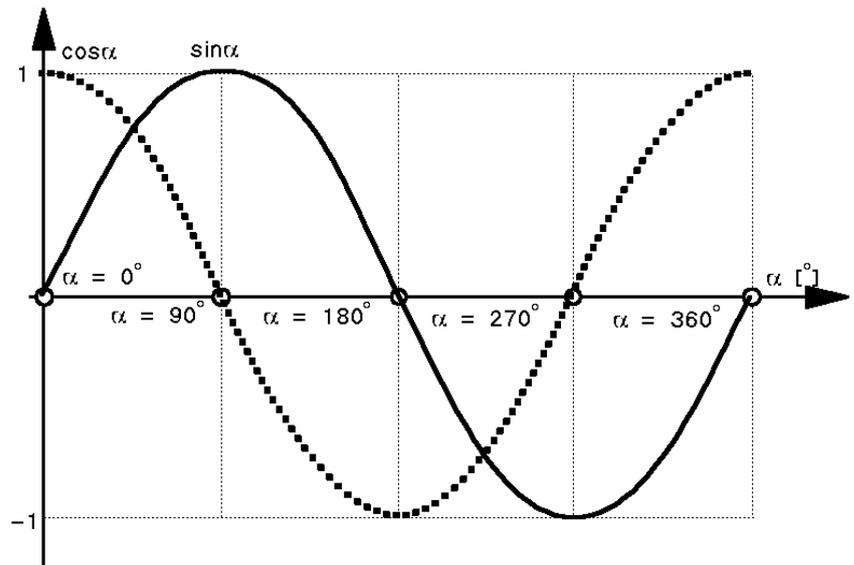
7. Les fonctions trigonométriques

Formellement, on définit les fonctions trigonométriques sur un cercle de rayon unité.

Les longueurs des segments PP_x et PP_y sont, respectivement, le sinus et le cosinus. Les courbes des fonctions sinus et cosinus ont des points particuliers en 0° , 90° , 180° , 270° ... et leurs valeurs sont successivement de 0 1 0 -1 0 ...



- Pour $f(\alpha) = 0$: la courbe est une droite oblique de pente positive ou négative.
- Pour $f(\alpha) = +1$: la courbe est une droite horizontale.
- Pour les valeurs intermédiaires : la pente varie régulièrement et donne lieu à une "courbe en forme de vague".

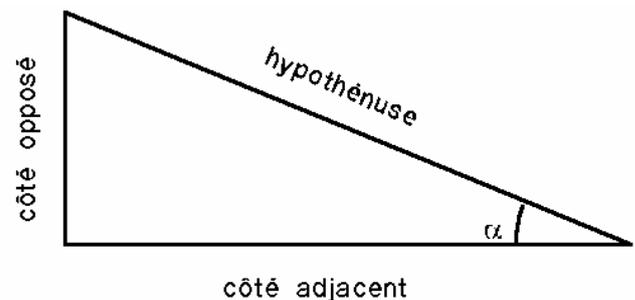


Nous n'utiliserons que la définition des fonctions **sinus** et **cosinus** sur le triangle rectangle :

Par le théorème de Pythagore, on trouve que : $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$$\sin \alpha = \text{côté opposé} / \text{hypothénuse}$$

$$\cos \alpha = \text{côté adjacent} / \text{hypothénuse}$$



$$\sin \alpha = \cos(\pi/2 - \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sin(\pi/2 - \alpha)$$

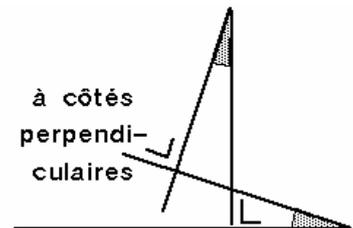
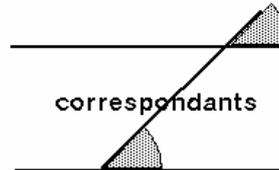
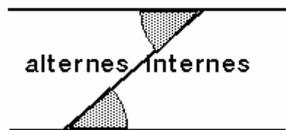
Notons encore que la **tangente** est définie comme le quotient du sinus et du cosinus

$$\tan \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha = \text{côté opposé} / \text{côté adjacent}$$

8. Rappels de Géométrie

8.1 Angles égaux

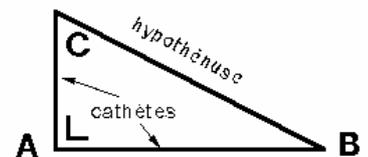
Deux angles sont égaux lorsqu'ils sont :



8.2 Triangle rectangle et théorème de Pythagore

Le carré de la longueur de l'hypothénuse est égal à la somme des carrés des longueurs des cathètes. L'hypothénuse BC fait face à l'angle droit et les cathètes AB et CA touchent l'angle droit.

$$BC^2 = AB^2 + AC^2$$



8.3 Le cercle

* L'aire ou surface S d'un cercle de rayon R peut être calculée grâce au nombre π :

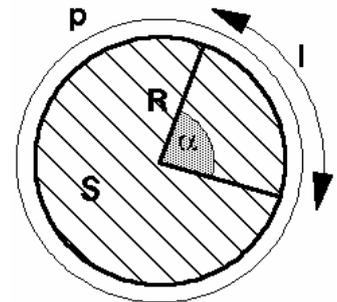
$$S = \pi R^2$$

* Le périmètre ou circonférence p d'un cercle de rayon R peut aussi être calculé grâce au nombre π :

$$p = 2 \pi R$$

* La longueur L de l'arc de cercle intercepté par un angle au centre α vaut si cet angle α est mesuré en radians :

$$L = R \alpha$$



Conversion degré - radian : $30^\circ \leftrightarrow \pi/6$; $45^\circ \leftrightarrow \pi/4$; $60^\circ \leftrightarrow \pi/3$; $90^\circ \leftrightarrow \pi/2$; $180^\circ \leftrightarrow \pi$; $360^\circ \leftrightarrow 2\pi$.

8.4 Théorème de Thalès

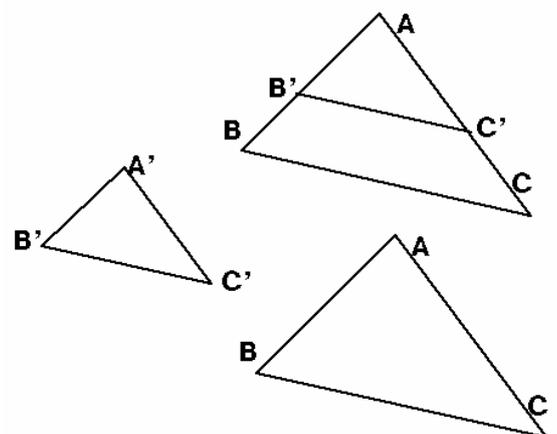
Le théorème de Thalès date du VI^{ème} siècle avant Jésus-Christ.

Lorsque l'on coupe un triangle par une parallèle à un de ses côtés, les deux triangles ainsi déterminés ont des côtés proportionnels.

$$\frac{AB}{AB'} = \frac{BC}{B'C'} = \frac{AC}{AC'}$$

On peut aussi appliquer les mêmes relations aux triangles semblables ABC et A'B'C'.

Ces différentes propriétés ont été utilisées pour mesurer le rayon de la Terre. Les Grecs, déjà ont prouvé que la Terre était ronde d'après différentes observations.



9. Mesure du rayon de la Terre par Ératosthène en 250 av. J.-C.

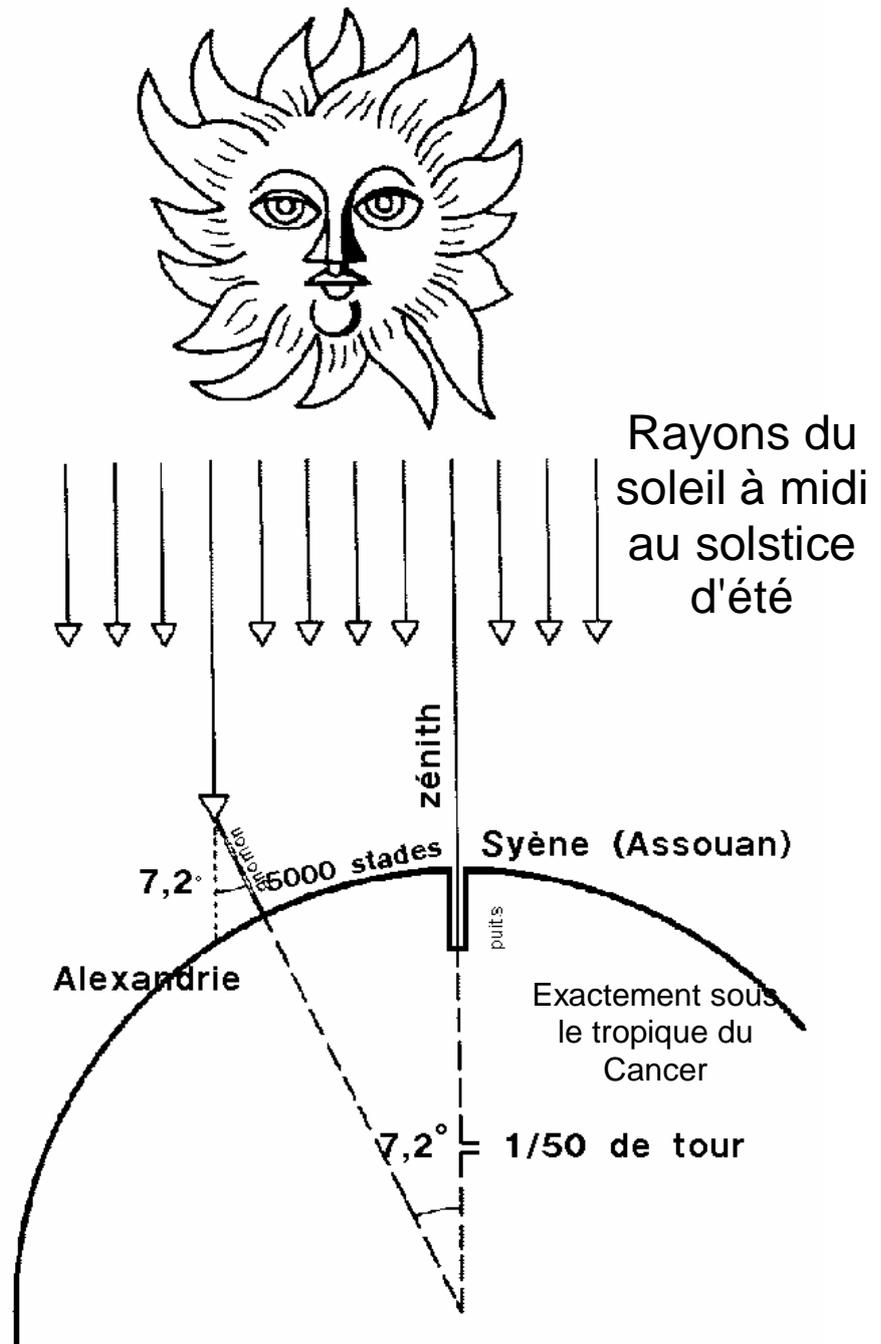
ÉRATOSTHÈNE DE CYRÈNE (275 - 195), savant grec, premier géographe de l'Antiquité, célèbre aussi comme bibliothécaire du musée d'Alexandrie, Ératosthène était contemporain d'Archimède (287 - 212).

Ératosthène a sans doute suivi des études encyclopédiques à Cyrène, son pays natal, et été l'élève de Callimaque à Alexandrie, Il vint ensuite à Athènes, où il séjourna une vingtaine d'années. Mais Ératosthène s'y illustra surtout, de 235 à sa mort, par ses fonctions de conservateur de la fameuse Bibliothèque, où il édita notamment l'écrit d'Archimède intitulé les *Éphodiques* ou *De la méthode*.

Ératosthène fit la constatation suivante à midi, au solstice d'été :

- L'ombre d'un bâton (gnomon) planté verticalement à Alexandrie est de 7 degrés 12 minutes d'angle ($7,2^\circ = 1/50$ tour).
- Au même moment, les rayons du Soleil arrivent au fond d'un puits à Syène (Assouan).
- Alexandrie et Syène sont sur le même méridien et séparés par une distance de 5000 stades.

Eratosthène calcule le tour de la Terre 50×5000 stades, soit 250 000 stades environ pour la circonférence terrestre, correspondant à peu près 44 000 km. La Terre mesure 40'000 km donc la mesure d'Eratosthène était exacte à 10% près.



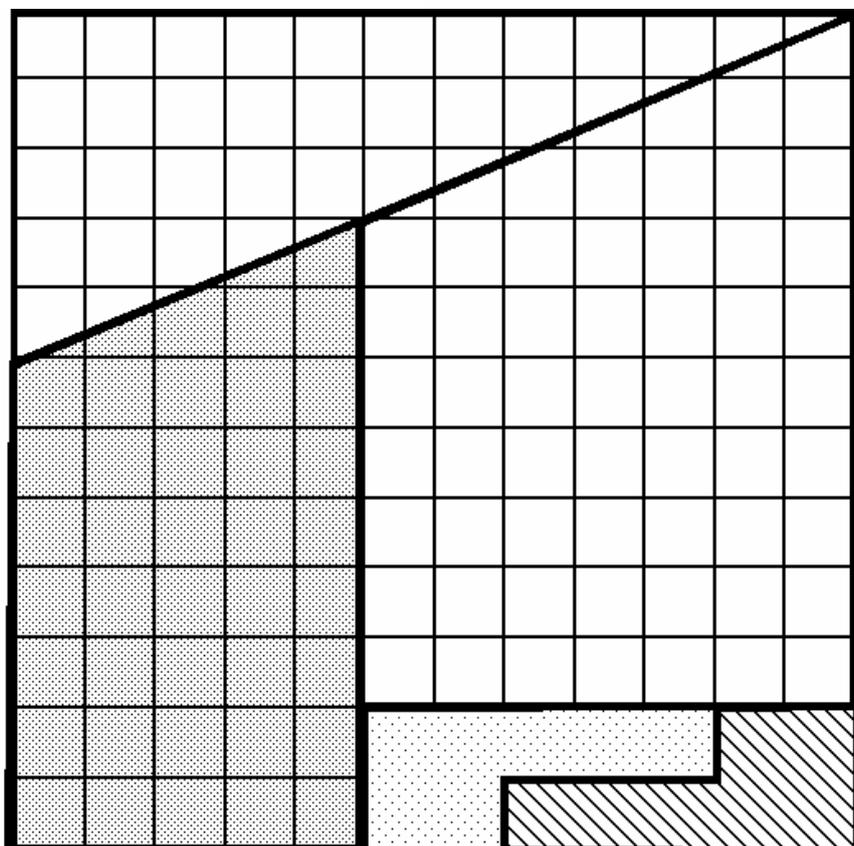
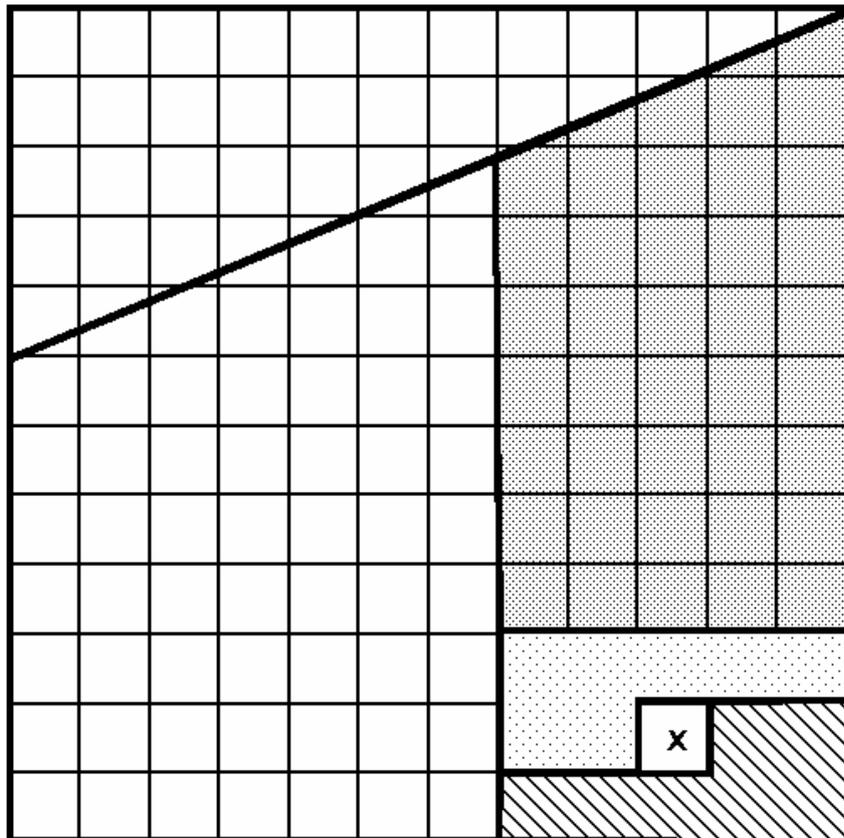
10. Casse-tête trigonométrique

Monsieur Carpetapis a brûlé le morceau x de tapis sur un carré de $12\text{ m} \times 12\text{ m}$ (figure du haut).

Il coupe le tapis et réassemble les parties pour obtenir un "tapis complet" ! (figure du bas).

Utiliser la trigonométrie pour calculer quelques angles et montrer où est l'erreur.

La partie x est celle qui manque et l'on peut mesurer les distances grâce aux carrés.



Indication : Calculer quelques angles au moyen de la trigonométrie.

11. Alphabet grec

Lorsque les lettres de notre alphabet sont toutes utilisées, les physiciens (et les mathématiciens) ont recours à l'alphabet grec.

Majuscules	Minuscules	Nom des lettres
A	α	alpha
B	β	bêta
Γ	γ	gamma
Δ	δ	delta
E	ϵ	epsilon
Z	ζ	zêta
H	η	êta
Θ	θ	thêta
I	ι	iota
K	κ	kappa
Λ	λ	lambda
M	μ	mu
N	ν	nu
X	χ	ksi ou xi
O	\omicron	omicron
Π	π	pi
P	ρ	rho
Σ	σ	sigma
T	τ	tau
Υ	υ	upsilon
Φ	ϕ	phi
Ξ	ξ	khi ou chi
Ψ	ψ	psi
Ω	ω	oméga

On peut trouver les premières décimales du nombre π en comptant les lettres des mots de la phrase suivante :

π

Que j' aime à faire connaître ce nombre utile aux sages ! Immortel

3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8

Archimède, artiste, ingénieur, Qui de ton jugement peut briser la valeur ?

9 7 9 3 2 3 8 4 6 2 3

Pour moi ton problème eut de pareils avantages.

4 3 3 8 3 2 7 9

12. Plan d'un rapport de TP et graphique

Entête : noms, prénoms - classe - date de l'expérience

1) But

Quels sont les objectifs à atteindre dans ce TP ?

2) Introduction théorique

Que connaissiez-vous comme théorie avant de faire le TP ?

3) Schéma de principe

Montrer le ou les phénomènes en jeu dans l'expérience, si possible à l'aide d'un schéma. Décrire et effectuer les calculs sous forme littérale.

4) Schéma de montage

Cette partie très importante permet à une personne extérieure de refaire le montage pour réaliser la même expérience. Elle comporte :

- a) Description du matériel utilisé
- b) Schéma ou explication du montage
- c) Méthode de mesure utilisée.

5) Mesures

- a) Exemple de calcul
- b) Tableau(x) de mesures et calculs
- c) Graphique(s).

6) Analyse des mesures

Mettre en relation la théorie et la pratique : la théorie est-elle correcte ? Faut-il proposer un autre modèle ou une autre loi ? Estimation des erreurs de mesure. D'où proviennent-elles ? Discussions.

7) Conclusions et remarques

Faire la synthèse de ce que vous avez appris. Les mesures se sont-elles bien déroulées ? Problèmes ? Comment proposez-vous d'améliorer la mesure ?

Code d'honneur : Le travail que nous avons rendu est entièrement fait par nous-même. Toutes les références à un autre travail sont indiquées.

A la fin :

lieu et date de rédaction – signatures

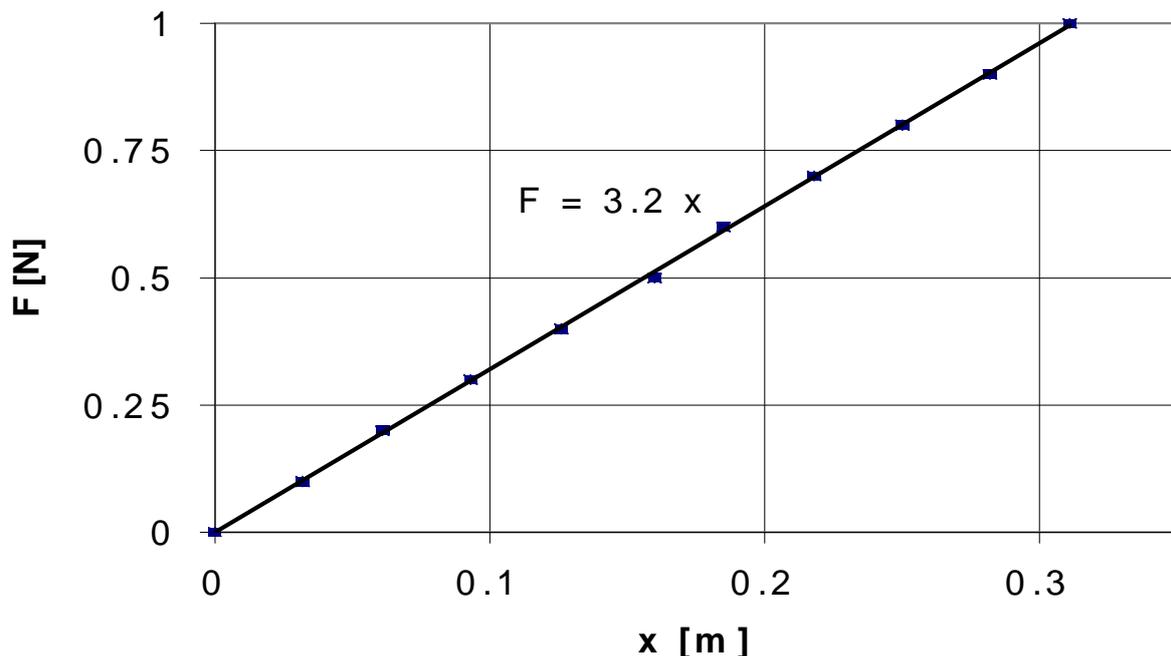
Présentation d'un graphique

Un bon graphique permet tout de suite d'avoir une vue globale des résultats d'une expérience.

Il permet de voir si les points répartis sont proches d'une courbe connue (droite, parabole, hyperbole, sinus...).

Quelques règles sont nécessaires pour faire un graphique, par exemple :

La loi du ressort



- 1) Mettre un **titre**.
- 2) Donner un **nom aux axes** (celui de la grandeur physique) avec, en plus, leurs **unités** (entre crochets). Utiliser toute la place disponible pour le graphique dont la courbe sera la plus grande possible.
- 3) **Grader les axes** en intervalles réguliers :
 - * ne pas mettre trop de valeurs (2 à 6 suffisent).
 - * pas nécessaire de mettre les mêmes unités et intervalles sur les deux axes.
- 4) Dessiner des **petites croix** (ou, mieux, des rectangles d'incertitudes) pour chaque mesure.
- 5) Faire passer la meilleure courbe entre ces points (qui peut être une droite, une parabole, une hyperbole, un sinus ...) et lui donner une équation.

13. Exercices

a) Histoire

Classer les différents hommes de science historiquement et décrire leurs recherches et leurs découvertes les plus importantes : Archimède, Aristote, Bohr, Copernic, Descartes, Einstein, Kepler et Newton.

b) Notation scientifique

b₁) Ecrire les nombres suivants en notation scientifique et donner leurs ordres de grandeur :

- | | | |
|---------------------------|----------------|--------------------|
| 1) 1,56 = | 2) 384 = | 3) 1'234'000'000 = |
| 4) 0,678 = | 5) 0,000'456 = | 6) 0,000'000'123 = |
| 7) 0,000'000'000'000'98 = | | |

b₂) Donner le résultat en notation scientifique puis donner son ordre de grandeur :

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1) 1'567'000 * 5'000'000'000 = | 2) 2'567'000 * 0,000'000'56 = |
| 3) 5'567'000 - 468'000 = | 4) 0,000'000'89 / 0,000'345 = |
| 5) 789'000 + 1'234'000 = | |

c) Préfixes

c₁) Calculer la masse de l'Univers et donner son ordre de grandeur sachant qu'il est constitué de 100 milliards de galaxies de 100 milliards d'étoiles de masses moyennes de $2 * 10^{30}$ kg.

c₂) Calculer le rayon de l'Univers en m sachant qu'il est de 15 giga années-lumière (Gal). Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année. (Vitesse de la lumière : $c = 300'000$ km/s)

d) Alphabet grec

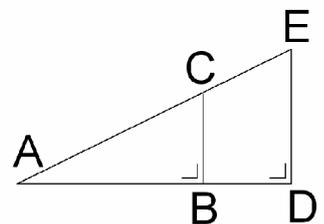
Une citation d'Homère dit : "Ils ne prirent pas la ville car, disait-on, l'espoir était perdu"
Lire la citation en grec. "ουκ ελαβον πολιν αλλα γαρ ελπιζ ηφη κακα"

e) Graphique

Un abonnement journalier de ski coûte 30 francs. Etablir le graphique liant le nombre de montées par journée (en abscisse) et le coût de la montée (en ordonnée). De quel type de fonction s'agit-il ?

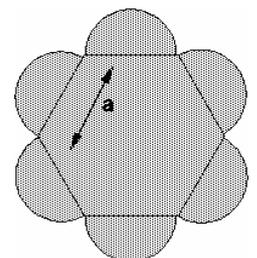
f) Géométrie

f₁) Dans la figure ci-contre, on connaît la longueur des segments $AB = DE = 4$ cm et $BC = 3$ cm. Les 2 triangles sont rectangles en B et D. Calculer la longueur de tous les autres segments.



f₂) Quelles sont l'aire et le périmètre d'un CD de 12 cm de diamètre ?

f₃) On inscrit exactement un cercle de 6 cm de diamètre dans un carré de 6 cm de côté. Quelle est l'aire de la surface comprise entre ces deux figures.



f₄) Calculer l'aire de la figure ci-contre formée par un hexagone régulier de côté $a = 2$ m et de 6 demi-cercles.

Corrigés à la fin du chapitre Forces F 7

g) trigonométrie

- g₁) On vise le sommet de la Dent d'Osche (2222 m) depuis le bord du lac Léman (372 m) à Ouchy. La distance (vue d'avion) du sommet de la Dent d'Osche à Ouchy est de 18,3 km. Quelle est l'angle d'élévation au-dessus du lac ? (Faire un schéma).



- g₂) Pour mesurer la hauteur du Cervin (4478 m) depuis Zermatt (1630 m), on mesure un angle de visée de $19,04^\circ$ par rapport à l'horizontale. Quelle est la distance en km et en mm à vol d'oiseau vue d'avion entre le Cervin et Zermatt ? Utiliser les puissances de 10.

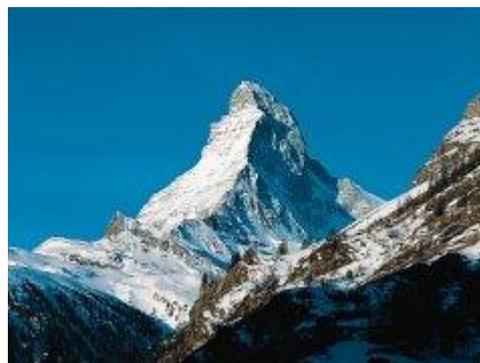


Table des Matières Introduction
--

1. QU'EST-CE QUE LA PHYSIQUE ?.....	1
2. LES DIFFERENTS DOMAINES DE LA PHYSIQUE.....	1
3. QUELQUES ELEMENTS D'HISTOIRE DE LA PHYSIQUE.....	2
<u>3.1 LES GRECS</u>	2
<u>3.2 XVI ET XVII^{ME} SIECLES (MECANIQUE)</u>	2
<u>3.3 XIX^{ME} SIECLE (ELECTRICITE)</u>	3
<u>3.4 XX^{ME} SIECLE (PHYSIQUE MODERNE)</u>	4
4. ECRITURE DES NOMBRES EN PHYSIQUE	5
<u>4.1 REGLES D'ECRITURE ET DE CALCUL</u>	5
<u>4.2 ECRITURE SCIENTIFIQUE</u>	5
<u>4.3 ORDRE DE GRANDEUR D'UN RESULTAT</u>	5
<u>4.4 PRECISION DES CALCULS</u>	6
5. GRANDEURS PHYSIQUES, MESURES ET UNITES.....	6
<u>5.1 GRANDEURS PHYSIQUES</u>	6
<u>5.2 UNITES PHYSIQUES</u>	6
<u>5.3 UNITES DERIVEES</u>	7
<u>5.4 MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES DECIMAUX DES UNITES SI</u>	7
<u>5.5 LOIS PHYSIQUES</u>	7

<u>5.6 ANALYSE DIMENSIONNELLE</u>	8
5.7.1 <i>Unités fondamentales</i>	8
5.7.2 <i>Unités supplémentaires</i>	8
6. LES PUISSANCES DE 10 OU L'HUMAIN PAR RAPPORT A L'ATOME ET L'UNIVERS.	9
7. LES FONCTIONS TRIGONOMETRIQUES	11
8. RAPPELS DE GEOMETRIE	12
<u>8.1 Angles égaux</u>	12
<u>8.2 Triangle rectangle et théorème de Pythagore</u>	12
<u>8.3 Le cercle</u>	12
<u>8.4 Théorème de Thalès</u>	12
9. MESURE DU RAYON DE LA TERRE PAR ERATOSTHENE EN 250 AV. J.-C.	13
10. CASSE-TETE TRIGONOMETRIQUE	14
11. ALPHABET GREC	15
12. PLAN D'UN RAPPORT DE TP ET GRAPHIQUE	16
13. EXERCICES	18