

Physique 1

Plan du cours

1. Introduction
2. Physique du mouvement
3. Optique



Déroulé du cours

1. Semaines 1 – 7 : Introduction et Physique du mouvement
2. Partiel
3. Semaines 9 à 13 : Optique

Introduction

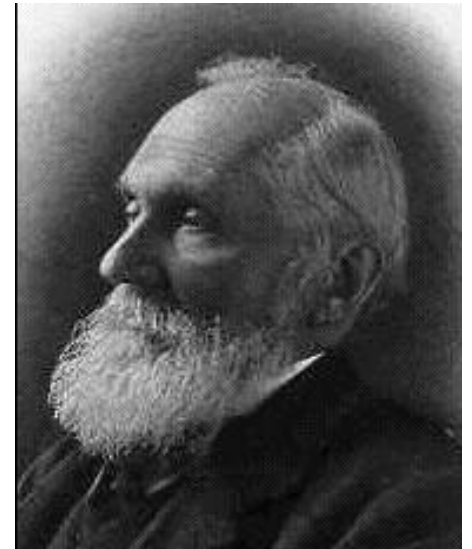
- 1 Qu'est ce que la physique
- 2 Analyse dimensionnelle

La Physique ?

- Grec : "Phusis" = "Nature"
 - Physique = Science des phénomènes naturels
 - Etude de la matière en interaction avec son environnement
 - Science expérimentale
 - S'exprime bien avec les Mathématiques

« La physique est définitivement constituée dans ses concepts fondamentaux ; tout ce qu'elle peut désormais apporter, c'est la détermination précise de quelques décimales supplémentaires. Il y a bien deux petits problèmes : celui du résultat négatif de l'expérience de Michelson et celui du corps noir, mais ils seront rapidement résolus et n'altèrent en rien notre confiance. »

Lord Kelvin, 1892



La démarche du scientifique ou de l'ingénieur ?

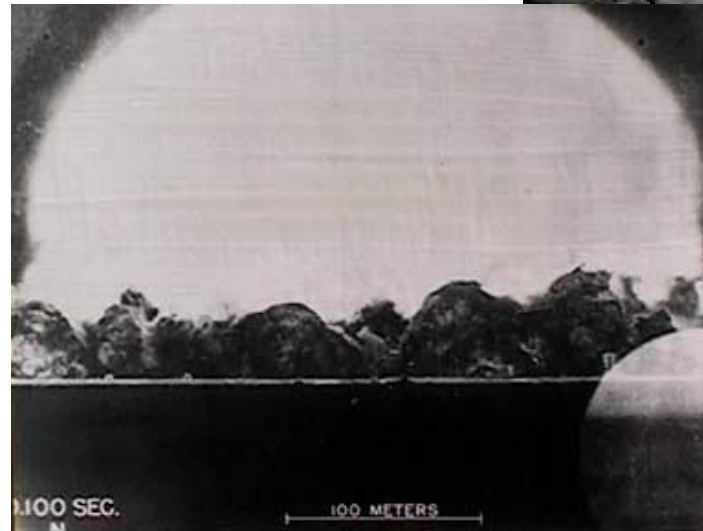
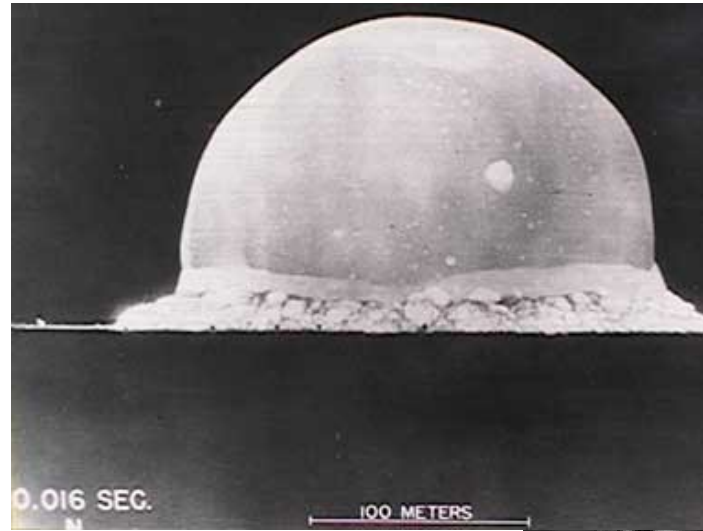
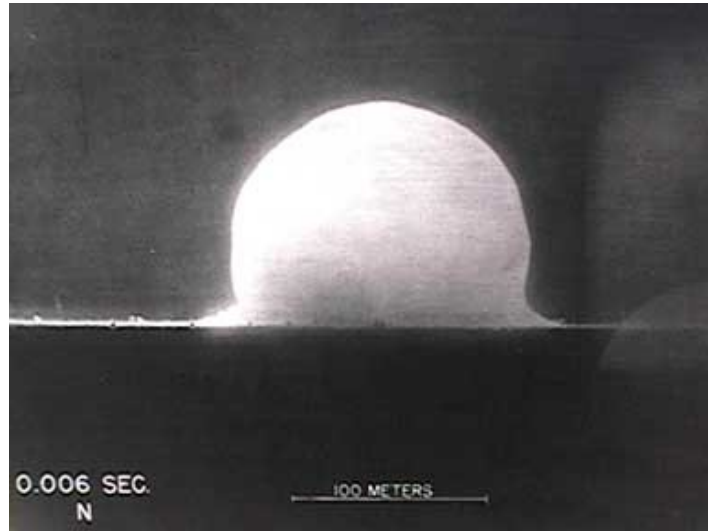
→ Les étapes nécessaires à la compréhension et/ou au contrôle d'un phénomène physique

1. Identifier les variables physiques pertinentes
2. Relier ces variables en utilisant les lois physiques connues
3. Résoudre les équations ainsi obtenues

Analyse dimensionnelle

- Les grandeurs qui décrivent un phénomène physique sont caractérisées par leur « dimension ».
- Une grandeur peut avoir la dimension d'une masse, d'une énergie, d'une tension électrique...
- La dimension de la grandeur G se note $[G]$ sauf pour les grandeurs de base que sont la longueur, le temps, la masse, l'intensité du courant... qui seront notées pour simplifier : L , T , M , I , ...
- La notion de dimension est très générale et ne suppose aucun choix particulier de système d'unités.

Analyse de Taylor en 1947



A retrouvé la
puissance
d'une bombe
nucléaire par
analyse de son
onde de choc

G. I. Taylor, "The Formation of a Blast Wave by a Very Intense Explosion. The Atomic Explosion of 1945", *Proc. Roy Soc. London* **A201**, 159 (1950).

Unités

1. Unités et grandeurs fondamentales

Grandeur	Symbole de la grandeur	Unité	Symbole de l'unité	Symbole de la dimension
Longueur	l	mètre	m	L
Temps	t	seconde	s	T
Masse	m	kilogramme	kg	M
Température	T	kelvin	K	θ
Intensité	I, i	ampère	A	I
Quantité de matière	n	mole	mol	N
Intensité lumineuse	I_v	candela	cd	J

On y ajoute le radian (rad) pour l'angle et le stéradian (sr) pour l'angle solide

Les grandeurs de base

1. Longueur

Longueur = distance, étendue dans l'espace

Mesure dérivée du corps humain : cubit, pouce, pied, toise


Nécessité d'une mesure étalon

Système métrique adopté à partir de 1790 :

1 m = le dix-millionième d'un quart de méridien terrestre.

Il fut adopté par la France le 7 avril 1795 comme mesure de longueur officielle. En 1799, un mètre-étalon en platine fut créé à partir de cette définition et devint la référence.



- Définition actuelle : le mètre correspond à la distance parcourue par la lumière pendant $1/299\,792\,458$ secondes.
- Symbole de la grandeur : L, Unité : le mètre de symbole m
- Unités dérivées :
 $\text{pm}(10^{-12} \text{ m}) \text{ nm}(10^{-9} \text{ m}) \text{ }\mu\text{m}(10^{-6} \text{ m}) \text{ mm}(10^{-3} \text{ m}) \text{ cm}(10^{-2} \text{ m}) \text{ dm}(10^{-1} \text{ m}) \text{ m}$

 $\text{m dam}(10 \text{ m}) \text{ hm}(100 \text{ m}) \text{ km}(10^3 \text{ m})$

Pour la physique atomique : l'Ångström (symbole Å)

$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$$

2. Temps

Notion philosophique

Le temps est une mesure du déroulement des évènements
Il est mesuré par rapport à un phénomène cyclique : la journée, l'année,...

L'unité de temps actuelle (depuis 1967) : la seconde (s)

La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre deux niveaux énergétiques de l'atome de césium 133.

C'est un multiple de la période de l'onde émise par un atome de césium 133 au repos à 0°K lorsqu'un de ses électrons change de niveau d'énergie.

3. Masse et poids

Notions confondues jusqu'en 1889.

La masse est une propriété d'un morceau de matière, indépendante de la présence d'autres corps et de sa position dans l'univers.

Le poids d'un objet sur la surface de la Terre est dû à l'interaction gravitationnelle de cet objet avec la Terre.

L'unité de masse : le kilogramme (kg)



Le kilogramme étalon est un cylindre de 39 mm de hauteur et de diamètre constitué d'un alliage de platine-iridium déposé au Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres.

La masse (kg)

= propriété fondamentale de la matière

Masse = énergie

- se manifeste par :
 - » l'inertie des corps
 - » l'interaction gravitationnelle
- Masse (kg) \approx quantité de matière (mol)
- Exemple :

Nombre de protons, de neutrons et d'électrons dans 3 moles d'hélium 4 et dans 1 mole de carbone 12 ?

Masse de 3 moles d'hélium 4 et de 1 mole de carbone 12 ?

La mole (mol)

Définition par le BIPM :

- 1 mol = la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.
- 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.

- La mole est une unité de comptage
- $n = m / M$
- $n = N / N_A$ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \text{Nbre d'Avogadro}$
- Exemple : n et N pour 10 g d'or.

Analyse dimensionnelle

- Faire l'analyse dimensionnelle d'une relation consiste à remplacer, dans la relation, chaque grandeur par sa dimension.
- La dimension d'une grandeur quelconque peut s'exprimer à partir des dimensions fondamentales.
- Toute expression doit être homogène, c'est-à-dire que ses deux membres doivent avoir la même dimension.
- Une équation est dite homogène si ses deux membres ont la même dimension.
- Pour respecter l'homogénéité d'une relation, on ne peut ajouter que des grandeurs de même dimension.

- Unités et dimensions dérivées

Les autres unités se déduisent par des relations de la forme :

$$[G] = A^{\alpha} B^{\beta} C^{\gamma} D^{\delta}$$

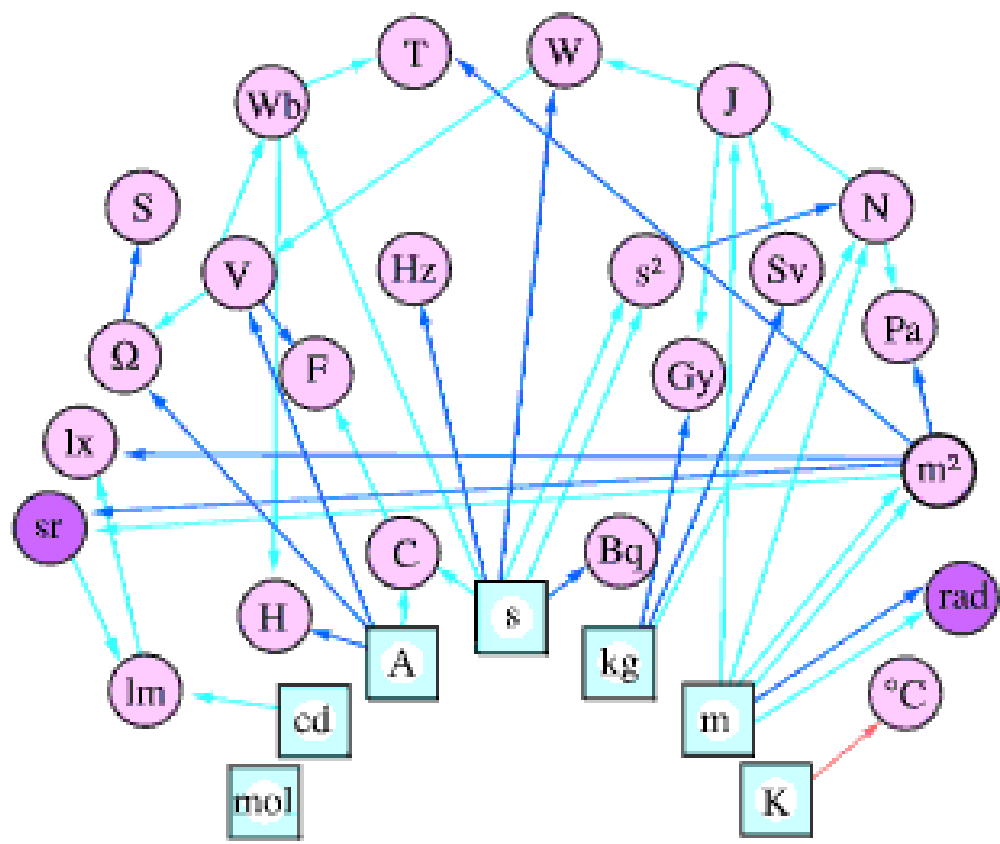
Où A, B, C, D sont les grandeurs fondamentales et $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ des nombres réels dans le système international.

Grandeur dérivée		Unité SI dérivée cohérente	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
superficie	A	mètre carré	m^2
volume	V	mètre cube	m^3
vitesse		mètre par seconde	m/s
accélération	a	mètre par seconde carrée	m/s^2
masse volumique	ρ	kilogramme par mètre cube	kg/m^3
volume massique	v	mètre cube par kilogramme	m^3/kg
densité de courant	j	ampère par mètre carré	A/m^2
champ magnétique	H, B	ampère par mètre	A/m
concentration de quantité de matière, concentration	c	mole par mètre cube	mol/m^3

- Les unités dérivées ayant des noms spéciaux

fréquence	hertz	Hz		s^{-1}
force	newton	N		$m\ kg\ s^{-2}$
pression, contrainte	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
énergie, travail, quantité de chaleur	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
puissance, flux énergétique	watt	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C		$s\ A$
différence de potentiel électrique, force électromotrice	volt	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
capacité électrique	farad	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
résistance électrique	ohm		V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
conductance électrique	siemens	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
flux d'induction magnétique	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
induction magnétique	tesla	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$

- Les unités et leur filiation



unités de base

unités dérivées

unités dérivées sans dimension

multiplication

division

autre relation

Résumé

- Equations aux dimensions et homogénéité

Les équations aux dimensions sont des relations entre rapports d'unités identiques aux relations de définition.

Elles sont utiles pour vérifier l'homogénéité des formules.

La dimension d'une grandeur s'exprime de la façon suivante :

$$\dim G = [G] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \theta^{\varepsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$$

où les exposants sont des nombres entiers positifs, négatifs ou nuls.

Les fonctions exponentielles, logarithmiques et trigonométriques et leurs arguments n'ont pas de dimension.

- Ecrire une égalité en Physique

Une équation de la Physique qui décrit un processus traduit toujours une égalité quantitative et une identité de qualité entre les deux termes séparés par le signe « = ».

Exemple : $\vec{A} = \vec{B}$