

Exercices divers

Analyse dimensionnelle

Pour l'analyse dimensionnelle, utiliser les symboles normalisés

Grandeur	Symbole dimensionnel
masse	$M$
longueur	$L$
temps	$T$
intensité électrique	$I$
température	$\Theta$
intensité lumineuse	$J$
quantité de matière	$N$

Si bien que toute grandeur  $G$  a pour dimension  $dim(G) = [G] = M^\alpha L^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\mu J^\lambda N^\eta$

**I** Déterminer la dimension de  $\mathcal{G}$ , la constante de gravitation universelle. En déduire son unité SI

**II** Soit une planète de masse  $m_p$  en orbite à la distance  $d$  autour d'un « soleil » de masse  $m_s$ , avec une période  $T$ . déduire une relation possible entre  $T$  et les paramètres du problème.

Que devient cette relation si on considère que la masse de la planète n'intervient pas ?

**III** Déterminer la dimension de  $\epsilon_0$ , constante intervenant dans la force de Coulomb (nom de cette grandeur ?)

Révision Première S :

**IV** Rappeler les caractéristiques du champ magnétique  $\vec{B}$  créé à une distance  $d$  un fil rectiligne parcouru par un courant d'intensité  $I_1$ .

**V** Soit un autre fil de longueur  $L$  parallèle au précédent à une distance  $d$  parcouru par un courant

d'intensité  $I_2$  (dans le même sens que  $I_1$ ). Rappeler les caractéristiques de la force de Laplace  $\vec{F}$  exercée sur le fil.

**VI** En déduire la dimension de  $\mu_0$ , la constante intervenant dans la force  $\vec{F}$  de la question précédente (nom de cette grandeur ?)

**VII** Montrer que la grandeur  $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$  a pour dimension celle d'une vitesse au carré

**VIII** Compléter les colonnes « dimension » et « unité » du tableau suivant :

constante	Nom	dimension	valeurs	unité
<a href="#">constante gravitationnelle</a>	$\mathcal{G}$		$6,673\ 84(80) \times 10^{-11}$	
<a href="#">constante de Planck réduite</a>	$\hbar (= h/2\pi, \text{où } h \text{ est la constante de Planck})$		$1,054\ 571\ 726 \times 10^{-34}$	
<a href="#">vitesse de la lumière</a> (vide)	$c_0$		299 792 458	
<a href="#">constante de Boltzmann</a>	$k$		$1,380\ 648\ 8 \times 10^{-23}$	
<a href="#">permittivité</a> du vide	$\epsilon_0$		$8,854\ 187\ 817 \cdot 10^{-12}$	

Rem : la constante de Boltzmann est le rapport  $R/N$  : de la constante des gaz parfait sur le nombre d'Avogadro

**Grandeurs de Planck**

**IX** Montrer qu'à partir des cinq constantes fondamentales de la question **VI**, on peut définir respectivement .

Après avoir trouvé les relations correspondantes, faire les applications numériques (unités SI)

- a)  $l_P$  : la longueur de Planck
- b)  $t_P$  : le temps de Planck
- c)  $m_P$  : la masse de Planck
- d)  $\Theta_P$  : la température de Planck
- e)  $q_P$  : la charge de Planck

**X** Montrer que l'on a alors :

- $c = \frac{l_P}{t_P}$
- $\hbar = \frac{m_P l_P^2}{t_P}$
- $G = \frac{t_P^3}{l_P^3}$
- $\epsilon_0 = \frac{q_P^2 t_P^2}{4\pi m_P l_P^3}$
- $k = \frac{m_P l_P^2}{t_P^2 T_P}$

**XI** Si on décide de prendre comme unité de référence toutes les grandeurs de Planck, que deviennent respectivement :

- a) La loi de gravitation universelle
- b) La loi de Coulomb
- c) La relation d'équivalence masse-énergie d'Einstein
- d) La relation entre l'énergie et la fréquence d'un photon

**Etude graphique**

**XII** Dans le cadre de diverses études expérimentales, on obtient des tableaux de valeurs reliant deux grandeurs. Préciser la nature de l'étude graphique  $Y = f(X)$  à faire pour valider les lois ou relations physiques vues en cours. (*En clair, que faut-il étudier en abscisse et en ordonnée : il peut y avoir plusieurs solutions !*)

- a)  $G$  : conductivité d'une solution et  $C$  : concentration d'une solution ionique
- b)  $H$  : hauteur de chute (lors d'une chute libre) et  $t$  : durée de la chute  
 - Vitesse initiale nulle - vitesse initiale non nulle
- c)  $T$  : période d'oscillation d'un circuit LC et  $L$  : inductance de la bobine
- d) Pour un oscillateur constitué d'une masse  $m$  accroché à un ressort de constante de raideur  $k$   
 $X$  : position par rapport à l'équilibre et  $v$  : vitesse pour démontrer la conservation de l'énergie
- e)  $p$  : position d'un objet par rapport à une lentille et  $p'$  : position de l'image