

1 Dimensions et unités

Exercice 1 - Conversion d'unités :

Exprimer les différentes grandeurs physiques suivantes dans les unités du Système International.

- 1.(a) $S = 0.2 \text{ cm}^2$ (b) $V = 50 \text{ mm}^3$ (c) $\rho = 2 \text{ g.cm}^{-3}$
 2.(a) $\Phi = 0.1 \text{ J.cm}^{-2}$ (b) $J = 2 \text{ kW.h}$ (c) (*) $\nabla P = 10^{-3} \text{ bar.mm}^{-1}$

On rappelle que $1J = 1\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$, $1W = 1J.\text{s}^{-1}$ et $1\text{bar} = 1\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$

Exercice 2 - Vérification de vraisemblance et ordres de grandeur :

1. Quel ordre de grandeur vous semble le plus raisonnable pour...

(a) la masse d'une voiture :

- i. 10 kg ii. 100 kg iii. 1000 kg iv. 10 000 kg

(b) la taille d'un atome :

- i. 10^{-15} m ii. 10^{-14} m iii. 10^{-10} m iv. 10^{-8} m

(c) la distance Terre-Lune :

- i. 10^3 km ii. $4 \times 10^5 \text{ km}$ iii. 10^7 km iv. $4 \times 10^8 \text{ km}$

(d) la puissance électrique typique d'un appareil électroménager :

- i. 0.1 kW ii. 1 kW iii. 10 kW iv. 100 kW

(e) la vitesse d'un piéton :

- i. $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ii. $3.6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ iii. $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ iv. $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Exercice 3 - Dimension :

Calculer la dimension et la valeur numérique de la quantité : $V = \sqrt{\gamma \frac{P_0}{\rho_0 d} \frac{T}{T_0}}$

▷ $\gamma = 1,33$

▷ P_0 est la pression atmosphérique normale ($1,013.10^5 \text{ Pa}$)

Force de pression : un gaz à la pression P applique sur une surface S une force d'intensité $F = PS$.

▷ ρ_0 est la masse volumique de l'air ($1,293 \text{ kg.m}^{-3}$)

▷ d est la densité du gaz carbonique $d = 1,517$

▷ $T_0 = 273 \text{ K}$; $T = 293 \text{ K}$

Exercice 4 - Analyse dimensionnelle :

Un corps de masse m et de vitesse initiale v_0 est soumis uniquement à une force de frottement visqueux qui s'écrit $\vec{F} = -\alpha\vec{v}(t)$ où $\alpha > 0$ et $\vec{v}(t)$ désigne le vecteur vitesse du corps au temps t . Parmi les expressions proposées, quelle écriture de la vitesse est la plus vraisemblable ?

1. $v(t) = v_0 \exp\left(\frac{\alpha t}{m}\right)$ 2. $v(t) = v_0 \exp\left(-\frac{\alpha t}{m}\right)$ 3. $v(t) = v_0 \exp(\alpha t)$ 4. $v(t) = v_0 \exp(-\alpha t)$

Exercice 5 - Diffusivité thermique : La diffusivité thermique D d'un milieu représente sa capacité à propager la chaleur. A l'aide d'un modèle microscopique, on peut relier la diffusivité d'un gaz à ses propriétés thermodynamiques : sa température T , sa pression P , sa masse molaire M , le nombre d'Avogadro \mathcal{N}_A , la constante des gaz parfaits R et une grandeur σ , nommée section efficace, qui possède la dimension d'une surface

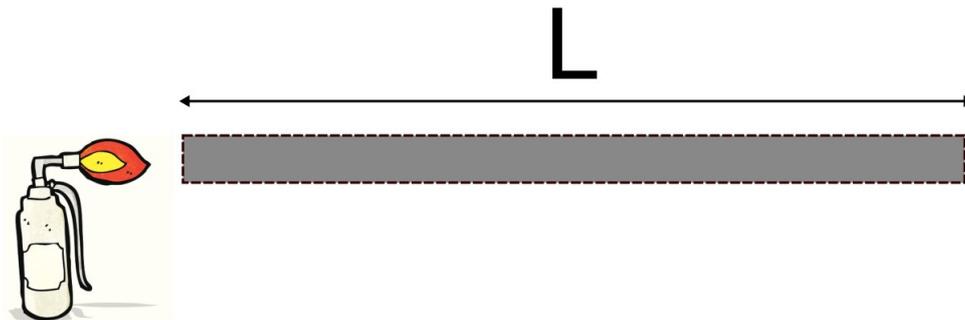
On a la relation suivante :

$$D = \frac{(RT)^{\frac{3}{2}}}{\mathcal{N}_A \sigma P M^{\frac{1}{2}}}$$

1. Donner la dimension de D dans le système international.

On a : $R = 8.314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ et $\mathcal{N}_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M = 28,0134 \text{ g.mol}^{-1}$.

On chauffe une barre de longueur L à une de ses extrémités à l'aide d'un chalumeau. On appelle T le temps nécessaire pour que la chaleur se propage dans toute la barre.



2. Donner une expression plausible de T sachant que T ne dépend que de la diffusivité thermique D de la barre et de sa longueur L .
3. Si la chaleur met $T_{10} = 30 \text{ s}$ à se propager le long d'une barre de 10m, combien de temps T_{20} mettra-t-elle à se propager pour une barre de 20m ?

Exercice 6 - Explosion atomique (Pour aller plus loin) :

Dans cet exercice, on se propose de reprendre la démarche entreprise par le physicien G.I. Taylor, qui parvint, à partir du film de la première explosion atomique, à estimer l'ordre de grandeur de l'énergie de cette bombe, valeur qui était à cette époque top-secrète!

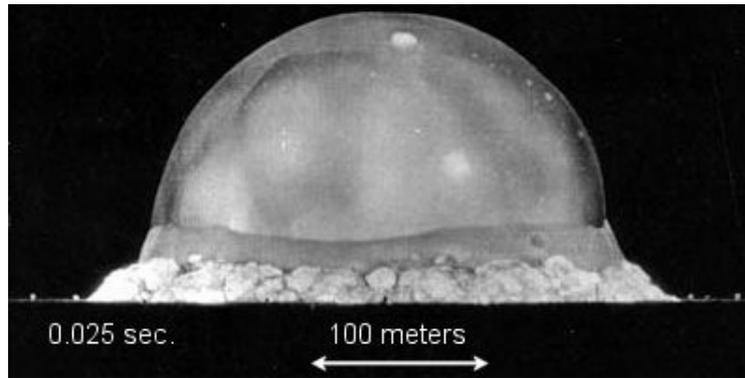


Fig. 1 – Photographie de l'explosion

Taylor fit l'hypothèse que le rayon $R(t)$ du nuage consécutif à l'explosion ne dépend que de l'énergie E libérée par l'explosion et de la masse volumique $\mu \approx 1 \text{ kg.m}^{-3}$ de l'air.

- 1.(a) Déterminer l'expression de $R(t)$ à une constante multiplicative K près.
- (b) Quel est l'ordre de grandeur de K .

A l'aide des photographies aériennes prises lors de l'explosion, on peut dresser le tableau1.

Temps (ms)	0,1	0,24	0,38	0,52	0,66	0,8	0,94	1,08	1,22	1,36	1,5	1,65	1,79	1,93
Rayon (m)	11	14,5	28,5	29,5	33,5	35,5	37	40,5	43	43,5	46,5	47,5	48,5	50

Tab. 1 – Rayon du nuage en fonction du temps, pendant les premiers instants après l'explosion

2. A l'aide des données numériques du tableau 1, vérifier graphiquement la validité de la loi déterminée à la première question.
3. En déduire l'ordre de grandeur de l'énergie de cette bombe en joules.
4. La comparer à la valeur de 21 kilo-tonnes de TNT que l'on trouve dans les archives historiques. 1 tonne de TNT est équivalente à 4,1865 GJ.
5. A l'aide de la photographie de la figure 1 et des informations fournies, vérifier si la loi donnant $R(t)$ est encore vérifiée 25 ms après l'explosion. Conclure.
6. Qu'aurait-on obtenu comme valeur de l'énergie libérée par la bombe si on avait choisi le diamètre au lieu du rayon du nuage? On exprimera le résultat numérique en kilo-tonnes de TNT.
7. Commenter rapidement.