

Grandeurs physiques - Système d'unités

1 Travail sur les puissances de 10

Simplifier les expressions suivantes :

$$\frac{10^8}{10^5} = \quad ; \quad 10^8 \times 10^{-7} = \quad ; \quad \frac{10^8}{10^{-5}} = \quad ; \quad \frac{10^7 \times 10^{-3}}{10^4} = \quad ; \quad \frac{10^{-3}}{10^7} = \quad ; \quad (10^2)^4 = \quad ; \quad \sqrt{10^{-8}} = \quad .$$

2 Quelques applications numériques

Effectuer les applications numériques suivantes, sans calculatrice, en respectant le nombre de chiffres significatifs. Le résultat sera exprimé en unité SI.

- $\left| \begin{array}{l} c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \\ \Delta t = 5,0 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right. \quad d = c\Delta t =$
- $\left| \begin{array}{l} \mathcal{P} = 4,0 \text{ kW} \\ \Delta t = 2,0 \text{ s} \end{array} \right. \quad \mathcal{E} = \mathcal{P}\Delta t =$
- $\left| \begin{array}{l} R = 500 \text{ } \Omega \\ i = 2,0 \text{ mA} \end{array} \right. \quad \mathcal{P} = Ri^2 =$
- $\left| \begin{array}{l} f = 500 \cdot 10^{12} \text{ Hz} \\ c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \end{array} \right. \quad \lambda = \frac{c}{f} =$
- $\left| \begin{array}{l} m = 222 \text{ g} \\ v = 36 \text{ km.h}^{-1} \end{array} \right. \quad E_c = \frac{1}{2}mv^2 =$
- $\left| \begin{array}{l} \rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3} \\ V = 370 \text{ L} \end{array} \right. \quad m = \rho V =$

3 Vitesse de la lumière

La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide a été fixée à $c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$. Exprimer cette valeur avec un, trois puis cinq chiffres significatifs.

4 Calcul d'un périmètre

On considère un triangle dont les côtés ont respectivement pour longueur $a = 2,5 \text{ m}$, $b = 53 \text{ cm}$, $c = 2,2 \text{ m}$. Calculer son périmètre en mètre, en respectant le nombre de décimales significatives.

5 Conversion d'unités : dyne et newton

- Écrire l'équation aux dimensions de la grandeur physique *force* sachant qu'une force est homogène au produit d'une masse par une accélération.
- L'unité de force du système CGS (pour centimètre, gramme, seconde) s'appelle le dyne. Établir la correspondance entre le dyne et le newton.

6 Facture E.D.F.

Sur une facture E.D.F. on peut lire sa consommation d'énergie électrique exprimée en kWh (kilowatt-heure). Une installation de puissance 1 kW consomme une énergie de 1 kWh si elle est en fonctionnement pendant 1 heure.

1. Quelle est l'unité SI associée à l'énergie? Que vaut 1 kWh dans cette unité SI?
2. Sachant que la capacité thermique massique de l'eau est $c = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ et que le prix du kilowatt-heure est de 0,16€, évaluer le coût du chauffage électrique permettant de faire passer 1 L d'eau de la température de 20°C à la température de 100°C.

7 Période du pendule simple ★

Un pendule simple est constitué d'un point matériel de masse m , suspendu à un fil inextensible de longueur l . On note g l'accélération de la pesanteur. La période T d'oscillation du pendule simple est *a priori* liée à m , l et g par la relation suivante :

$$T = C m^\alpha l^\beta g^\gamma$$

C étant une constante sans dimension.

Déterminer α , β et γ en effectuant une analyse dimensionnelle.

8 Énergie d'une explosion atomique ★★

La légende raconte que le physicien britannique Geoffrey Ingram Taylor (1886-1975) aurait pu en 1950, à l'aide d'un film et en utilisant l'analyse dimensionnelle, estimer l'énergie E dégagée par une explosion nucléaire, alors que cette information était classée top secret.

Le film permet d'avoir accès à l'évolution au cours du temps du rayon $R(t)$ du nuage formé par l'explosion. Les grandeurs physiques influant sur ce rayon sont supposées être le temps t , l'énergie E et la masse volumique de l'air ρ .

1. Chercher une expression de R sous la forme :

$$R = K_0 E^\alpha t^\beta \rho^\gamma$$

avec K_0 une constante sans dimension.

Pour cela on établira d'abord les équations vérifiées par α , β et γ , puis on résoudra le système obtenu.

2. L'analyse du film montre que le rayon augmenterait au cours du temps proportionnellement à $t^{2/5}$.
 - (a) Ce résultat concorde-t-il avec l'expression établie au 1) ?
 - (b) À partir du film on a pu établir un tableau de valeurs donnant R en fonction de t . Quelle courbe traceriez-vous pour justifier que R soit proportionnel à $t^{2/5}$?
 - (c) En prenant $K_0 \simeq 1$, et en relevant que le rayon $R = 44 \text{ m}$ au bout de $t = 1,5 \text{ ms}$ ¹, alors que la masse volumique de l'air vaut $\rho \simeq 1 \text{ kg.m}^{-3}$, calculer la valeur de E en joule puis en kilotonne de TNT.

Donnée : 1 tonne de TNT (trinitrotoluène) libère $4,18 \cdot 10^9 \text{ J}$. 1 kilotonne de TNT vaut 10^3 tonnes de TNT.

1. cf l'article : Taylor, Sir Geoffrey Ingram, "The formation of a blast wave by a very intense explosion. II. The atomic explosion of 1945", *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, Vol. 201, No. 1065, pages 175- 186 (22 March 1950).

9 Énergie de masse d'un électron

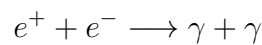
Il est d'usage courant d'entendre les physiciens exprimer la *masse* d'une particule en électron-volt (eV), qui est une unité ... d'*énergie* ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

Cela provient de la célèbre relation d'Einstein reliant l'énergie d'une particule au repos à sa masse :

$$E = mc^2$$

avec c la vitesse de la lumière dans le vide.

1. Calculer l'énergie de masse, en électronvolt d'un électron, puis sa masse en keV/c^2 .
2. Un positon e^+ est un anti-électron. Il possède la même masse que l'électron et une charge opposée. Si un électron rencontre un positon, les deux particules s'annihilent en donnant naissance à deux photons de même énergie émis dans des directions opposées.



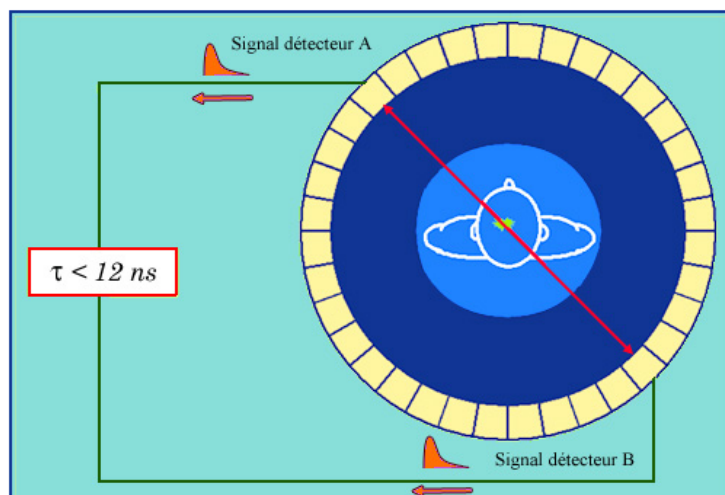
En supposant l'énergie cinétique de l'électron et du positron négligeable, quelle est l'énergie de chaque photon produit ?

Données :

- masse de l'électron : $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- vitesse de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Remarque :

Ce phénomène est mis à profit lors d'un examen TEP-scan (Tomographie à Émission de Positron). Un traceur radioactif est injecté au patient (en général du glucose marqué au fluor radioactif) qui émet des positons par radioactivité β^+ . À peine émis, un positon s'annihile avec un électron de la matière environnante. On détecte alors les photons γ émis simultanément. L'émission est localisée dans les zones qui consomment le plus de glucose.



voir : https://www.laradioactivite.com/site/pages/TEP_Principe.htm

Bilan des compétences attendues :

- connaître les règles des chiffres significatifs
- savoir manipuler les puissances de 10
- connaître les unités de bases du système SI
- savoir exprimer une unité dérivée en fonction des unités de base à l'aide des lois physiques ou des formules fournies
- savoir effectuer des conversions d'unité
- savoir établir une équation aux dimensions
- savoir vérifier l'homogénéité d'une formule