

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.

$$\bullet \left| \begin{array}{l} c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \\ \Delta t = 5,0 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right. \quad d = c\Delta t =$$

$$\bullet \left| \begin{array}{l} \mathcal{P} = 4,0 \text{ kW} \\ \Delta t = 2,0 \text{ s} \end{array} \right. \quad \mathcal{E} = \mathcal{P}\Delta t =$$

$$\bullet \left| \begin{array}{l} R = 500 \text{ } \Omega \\ i = 2,0 \text{ mA} \end{array} \right. \quad \mathcal{P} = Ri^2 =$$

$$\bullet \left| \begin{array}{l} f = 540 \cdot 10^{12} \text{ Hz} \\ c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \end{array} \right. \quad \lambda = \frac{c}{f} =$$

$$\bullet \left| \begin{array}{l} m = 222 \text{ g} \\ v = 36 \text{ km.h}^{-1} \end{array} \right. \quad E_c = \frac{1}{2}mv^2 =$$

$$\bullet \left| \begin{array}{l} \rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3} \\ V = 370 \text{ L} \end{array} \right. \quad m = \rho V =$$

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

1. Écrire l'équation aux dimensions de la grandeur physique *force* sachant qu'une force est homogène au produit d'une masse par une accélération.
2. 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 au kWh ? 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

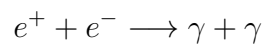
Il est d'usage courant d'entendre les physiciens exprimer la *masse* d'une particule en électron-volt (eV), qui est une unité ... d'*énergie* ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

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.



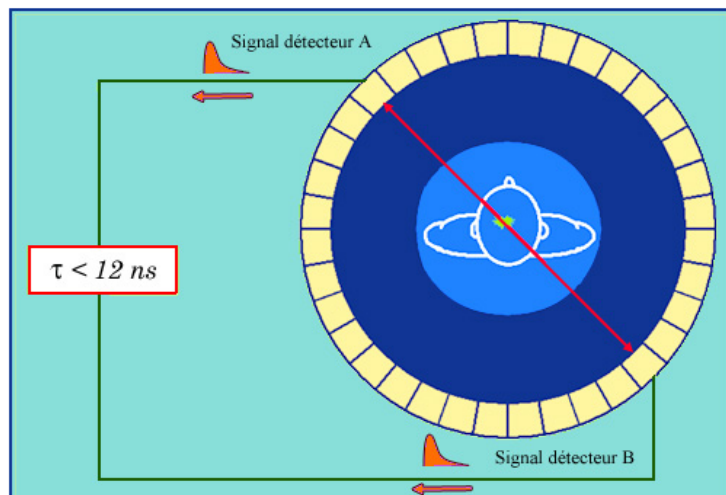
En supposant l'énergie cinétique de l'électron et du positron négligeable, quelle est l'énergie de chaque photon produit ?

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