



Introduction au cours de physique

TD n°0 Analyse dimensionnelle

Exercice n°1 Extraits du « Cahier d'entraînement en physique et en chimie »

Quelques exercices issus du « Cahier d'entraînement en physique et en chimie » écrit collectivement par des professeurs en classes préparatoires.

GAL01

Fiche d'entraînement n° 1

Généralités

Conversions

Prérequis

Unités du Système international. Écriture scientifique.

Unités et multiples



Entraînement 1.1 — Multiples du mètre.



Écrire les longueurs suivantes en mètre et en écriture scientifique.

- | | | | | | |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| a) 1 dm | <input type="text"/> | c) 3 mm | <input type="text"/> | e) 5,2 pm | <input type="text"/> |
| b) 2,5 km | <input type="text"/> | d) 7,2 nm | <input type="text"/> | f) 13 fm | <input type="text"/> |



Entraînement 1.2 — Multiples du mètre *bis*.



Écrire les longueurs suivantes en mètre et en écriture scientifique.

- | | | | | | |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| a) 150 km | <input type="text"/> | c) 234 cm | <input type="text"/> | e) 0,23 mm .. | <input type="text"/> |
| b) 0,7 pm | <input type="text"/> | d) 120 nm | <input type="text"/> | f) 0,41 nm ... | <input type="text"/> |



Entraînement 1.3 — Vitesse d'un électron.



La vitesse d'un électron est $v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$, où $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C est la charge d'un électron, $U = 0,150$ kV est une différence de potentiel et $m_e = 9,1 \cdot 10^{-28}$ g est la masse d'un électron.

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| a) Calculer v en m/s. | <input type="text"/> |
| b) Calculer v en km/h. | <input type="text"/> |



Entraînement 1.4 — Avec des joules.



On considère la grandeur $T = 0,67$ kW · h. On rappelle que $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$.

Convertir T en joule, en utilisant le multiple le mieux adapté.

 Entraînement 1.5 — Valeur d'une résistance.



La résistance d'un fil en cuivre est donnée par la formule $R = \frac{\ell}{\gamma S}$, où $\gamma = 59 \text{ MS/m}$ est la conductivité du cuivre, où $\ell = 1,0 \cdot 10^3 \text{ cm}$ est la longueur du fil et où $S = 3,1 \text{ mm}^2$ est sa section.

L'unité des résistances est l'ohm, notée « Ω ». L'unité notée « S » est le siemens ; on a $1 \Omega = 1 \text{ S}^{-1}$.

Calculer R (en ohm).

 Entraînement 1.6 — Ronna, ronto, quetta et quecto.



En novembre 2022, lors de la 27^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures, a été officialisée l'existence de quatre nouveaux préfixes dans le système international :

Facteur multiplicatif	Préfixe	Symbole
10^{27}	ronna	R
10^{-27}	ronto	r
10^{30}	quetta	Q
10^{-30}	quecto	q

On donne les masses de quelques objets :

Soleil	Jupiter	Terre	proton	électron
$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	$1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Convertir ces masses en utilisant ces nouveaux préfixes (en écriture scientifique).

a) Soleil (en Rg)

f) Terre (en Qg)

b) Soleil (en Qg)

g) proton (en rg)

c) Jupiter (en Rg)

h) proton (en qg)

d) Jupiter (en Qg)

i) électron (en rg)

e) Terre (en Rg)

j) électron (en qg)

Longueurs, surfaces et volumes

 Entraînement 1.12 — Taille d'un atome.



La taille d'un atome est de l'ordre de $0,1 \text{ nm}$.

a) Quelle est sa taille en m (écriture scientifique) ?

b) Quelle est sa taille en m (écriture décimale) ?



Entraînement 1.13 — Alpha du centaure.



La vitesse de la lumière dans le vide est $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s. Une année dure 365,25 jours. Alpha du centaure est à une distance de 4,7 années-lumière de la Terre.

a) Quelle est cette distance en m (écriture scientifique) ?

b) Quelle est cette distance en km (écriture scientifique) ?



Entraînement 1.14 — Avec des hectares.



La superficie de la France est de $672\,051 \text{ km}^2$. L'île danoise de Bornholm (au nord de la Pologne) a une superficie de 589 km^2 . Un hectare (ha) est la surface d'un carré de 100 m de côté.

Donner les superficies suivantes :

a) un hectare (en m^2)

d) la France (en ha)

b) un hectare (en km^2)

e) Bornholm (en m^2)

c) la France (en m^2)

f) Bornholm (en ha)



Entraînement 1.15 — Volume.



a) Peut-on faire tenir 150 mL d'huile dans un flacon de $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$?

b) Peut-on faire tenir 1,5 L d'eau dans un flacon de $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$?

Masse volumique, densité et concentration



Entraînement 1.16 — Masse volumique.



Une bouteille d'eau de 1 L a une masse de 1 kg. Un verre doseur rempli indique, pour la même graduation, eau : 40 cL et farine : 250 g.

a) Quelle est la masse volumique de l'eau en kg/m^3 ?

b) Quelle est la masse volumique de la farine ?



Entraînement 1.17 — Densité.



La densité d'un corps est le rapport $\frac{\rho_{\text{corps}}}{1\,000 \text{ kg/m}^3}$, où ρ_{corps} est la masse volumique du corps en question.

a) Une barre de fer de volume 100 mL pèse 787 g. Quelle est la densité du fer ?

b) Un cristal de calcium a une densité de 1,6. Quelle est sa masse volumique (en kg/m^3) ?



Entraînement 1.18 — Un combat de masse.



On possède un cube de 10 cm en plomb de masse volumique $11,20 \text{ g/cm}^3$ et une boule de rayon 15 cm en or de masse volumique $19\,300 \text{ kg/m}^3$. On rappelle que le volume d'une boule de rayon R est $\frac{4}{3}\pi R^3$.

Lequel possède la plus grande masse?



Entraînement 1.19 — Prendre le volant ?



Le taux maximal d'alcool dans le sang pour pouvoir conduire est de 0,5 g d'alcool pour 1 L de sang.

A-t-on le droit de conduire avec 2 mg d'alcool dans $1\,000 \text{ mm}^3$ de sang?

Autour de la vitesse



Entraînement 1.20 — Le guépard ou la voiture ?



Un guépard court à 28 m/s et un automobiliste conduit une voiture à 110 km/h sur l'autoroute.

Lequel est le plus rapide?



Entraînement 1.21 — Classement de vitesses.



On considère les vitesses suivantes : 20 km/h, 10 m/s, 1 année-lumière/an, 22 mm/ns, 30 dm/s et 60 cm/ms.

a) Laquelle est la plus petite?

b) Laquelle est la plus grande?



Entraînement 1.22 — Vitesses angulaires.



La petite aiguille d'une montre fait un tour en 1 h, la Terre effectue le tour du Soleil en 365,25 j.

Quelles sont leurs vitesses angulaires

a) en tours/min (l'aiguille)?

c) en tours/min (la Terre)?

b) en rad/s (l'aiguille)?

d) en rad/s (la Terre)?

Exercice n°2 Équivalence entre les unités

Q1. Donner l'équivalent du newton (N) : ☐ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$

Q2. Donner l'équivalent du joule (J) : ☐ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$

Q3. Donner l'unité de la constante gravitationnelle de la constante universelle de la gravitation G intervenant dans la force gravitationnelle $F = G \frac{m_A m_B}{d^2}$.

☐ $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ☐ $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ☐ $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ☐ $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

Q4. Soit une masse m de corps de capacité thermique massique c . Pour augmenter sa température de ΔT , il faut lui apporter une énergie $Q = mc\Delta T$. Quelle est l'unité de la capacité thermique massique c ?

☐ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ☐ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ☐ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Exercice n°3 Vérification d'homogénéité

Q1. Un système mécanique est constitué d'une masse m suspendue à un ressort de raideur k (en $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$). Un.e étudiant.e a trouvé comme expression de la fréquence d'oscillation de la masse : $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{km}$

- ☐ Cette formule est homogène.
- ☐ Il faut la corriger par $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$.
- ☐ Il faut la corriger par $f = \frac{km}{2\pi}$.
- ☐ Il faut la corriger par $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Q2. Pour lancer un objet (sonde spatiale) depuis la surface de la Terre, de telle sorte qu'elle puisse échapper au champ gravitationnel de la Terre, il faut lui communiquer une vitesse suffisante. Un.e étudiant.e a trouvé l'expression suivante pour la vitesse minimale : $v_{\min} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T^2}}$, où G est la constante gravitationnelle, M_T la masse de la Terre et R_T son rayon.

- ☐ Cette formule est homogène.
- ☐ Il faut la corriger par $v_{\min} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T^3}}$
- ☐ Il faut la corriger par $v_{\min} = \sqrt{2GM_T}$
- ☐ Il faut la corriger par $v_{\min} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$

Exercice n°4 Vitesse d'un satellite en orbite

La vitesse d'un satellite en orbite autour de la Terre est susceptible de dépendre de la masse de la Terre M_T , du rayon de l'orbite R , et de la constante de gravitation G . En donner une expression plausible de la vitesse v .

Exercice n°5 Énergie dégagée par une explosion

L'analyse dimensionnelle a permis en 1950 à G.I.Taylor d'estimer l'énergie E dégagée par une bombe américaine à partir d'une vidéo de l'explosion montrant l'évolution du rayon de l'explosion R dans une atmosphère de masse volumique ρ en fonction du temps t .

- Q1. Donner les dimensions de l'énergie E et de la masse volumique ρ .
- Q2. On fait l'hypothèse que le rayon R de l'explosion ne dépend que de l'énergie E , de la masse volumique ρ et du temps t . Écrire l'équation aux dimensions et en déduire la relation entre ces paramètres.
- Q3. En déduire l'énergie d'une bombe dont le rayon vaut 3,3 km au bout de 10 secondes (explosion se produisant dans l'air de masse volumique $1,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).