P1 – homogénéité et dimensions

Dimensions

Donner les dimensions des grandeurs suivantes en fonction des grandeurs fondamentales du SI.

- Puissance P ($P = \frac{dE}{dt}$ où E est une énergie),
- Constante de gravitation G, sachant que la force d'interaction entre deux masses m et m' distante de r vaut : $f = G\frac{mm\prime}{r^2}$,
- Constante R intervenant dans la loi des gaz parfaits pV = nRT, où p est la pression, V le volume, n le nombre de moles et T la température, Pression p homogène à une force sur une surface,
- Constante de Boltzmann k sachant qu'on la trouve souvent en physique dans des termes du type $exp\left(\frac{-mgz}{kT}\right)$, où m est une masse, g le champ de pesanteur, z une altitude et T la température.

Dimensions

Coefficient de viscosité et force de frottement

1) Dimension de la viscosité h

   $\eta = \tau\frac{dx}{dv}$ où t a la dimension d'une pression F/S

2) Expression de la force subie par une sphère

$$F = K\eta^{\alpha}r^{\beta}v^{\gamma}$$

   h viscosité,
   r longueur
   v vitesse

Dimensions

1) Quelle est la dimension de la vitesse du son dans un gaz :

$$\chi_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

V = volume, P = pression

2) Loi donnant la vitesse v du son en fonction des caractéristique du gaz

La loi de Stokes, est une loi donnant la force de frottements exercée par un fluide sur une sphère. Si le nombre de Reynolds est inférieur à 0,1 (écoulement rampant), et si la sphère est suffisamment loin de tout obstacle ou paroi latérale (on considère une paroi éloignée d'au moins dix fois le rayon de la sphère). Alors la force qui s'exerce sur une sphère de rayon r est :

$$\vec{F} = -6\pi\eta rv$$

où h est la viscosité dynamique du fluide en Pa.s

(masse volumique ρ et coefficient de compressibilité c_T). A partir de l'énoncé vous devez savoir écrire cette équation :

$$v = k\rho^a{\chi_T}^b$$

où r est une masse volumique

Dimensions

Etablir l'équation aux dimensions de h en fonction des grandeurs L, M, T, q et Q considère ici comme une cinquième grandeur fondamental, ceci est nécessaire dans certains problèmes d'échanges thermiques.

$$h = \frac{\phi}{S\partial\theta}$$

F est un flux de chaleur

Dimensions

Dimension de :

e_0 permittivité électrique du vide

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}$$

et m_0 perméabilité magnétique du vide

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I\,I'}{r}l$$

Dimensions

The mass density (also called just "density") of a substance is the ratio of i its volume in cubic meters. A piece of lead of mass 11.97 g has a volume of 1 density of lead in SI units.

Homogénéité

Dire lesquelles de ces formules sont homogènes.

- *l* longueur, g champ de pesanteur, T temps :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}, \quad T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l+g}{lg}}$$

- p quantité de mouvement (masse multipliée par vitesse), m masse, c vitesse de la lumière, E énergie :

$$E = \sqrt{pc^2 + m^2c^4}, \quad E^2 - \frac{p^2c^2}{m} = m^4, \quad E^2 = p^2c^2 + m^2c^4,$$

- m masse, a longueur, R_N force, k constante de raideur d'un ressort, q angle, t temps, g champ de pesanteur,

$$-ma\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -R_N - mgsin(\theta) - kacos^2(\theta)$$

$$-a\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = R_N - gsin(\theta) - kacos^2(\theta)$$

$$-ma\frac{d^2\theta}{dt^2} = -R_N - mgsin(\theta) - kacos^2(\theta)$$

$$-ma\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = -R_N - mgsin(\theta) - kacos(\theta)$$

Homogénéité

$W = Flcos\theta$

U = Ep = mgz

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$

W = Ri^2t

$W = \frac{1}{2}QV$

Homogénéité

Determine if the dimensions in each of the following equations are for definitions of symbols.

(a) $v^2 = at$

(b) $x = vt + \frac{at^2}{2}$

(c) $max + \frac{mv^2}{2} = Fx^2$

(d) $v^2 = 2ax + \frac{x}{t}$

(e) $v^2 = \frac{Fx}{m}$

Calcul d'erreurs

Supposons que la grandeur cherchée R soit la somme de 2 mesures A et B : R = A + B

Quelle est l'incertitude sur le résultat ?

Calcul d’erreurs

La durée de 50 périodes d’un pendule simple de 1.0 m de longueur est égale à 100 s. Sachant que la période est donnée par la relation :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

En déduire la valeur de g et l’incertitude sur g. On donne : Dl = ± 2 mm, Dt =± 0.4 s et Dp = $1.6.10^{-3}$

Calcul d’erreurs

Calculez l’aire *S* d’un cercle dont le rayon vaut *R* = 5.21 ± 0.1 cm. Quelle est la précision du résultat obtenu ?

Calcul d’erreurs

Vous mesurez la longueur, la largeur et la hauteur de la salle de physique et vous obtenez les valeurs suivantes :

- longueur 10.2 ± 0.1 m
- largeur 7.70 ± 0.08 m
- hauteur 3.17 ± 0.04 m

Calculez et donnez les résultats avec leurs incertitudes absolues :

a) le périmètre

b) la surface du sol

c) le volume de la salle.

Calcul d’erreurs

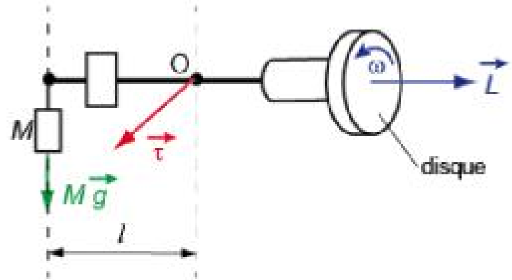
Pour déterminer la masse volumique d’un objet vous mesurez sa masse et son volume. Vous trouvez *m* = 16.25 g à 0.001 g près et *V* = 8.5 ± 0.4 cm^3. Calculez la masse volumique et la précision du résultat.

Calcul d’erreurs

Un voltmètre affiche une tension U = 6.1234 V. Sachant que l’incertitude relative de l’appareil est de 3%, exprimez le résultat de la mesure sous la forme standard U ± ΔU. Combien de chiffres significatifs doit avoir la réponse?

Calcul d’erreurs

Un gyroscope est un corps solide qui n'a qu'un seul point fixe O et dont le disque tourne rapidement autour de son axe à la vitesse angulaire ω . Sous l’effet du moment d’une force extérieure (ici la force extérieure est le poids *Mg* d’une masse *M* ajoutée à l’autre extrémité du gyroscope), le gyroscope effectue un moment de précession. On étudie effectue ce mouvement pour déterminer le moment d’inertie *I* du gyroscope.



Le moment d’inertie est donné par la formule suivante :

$$I = \frac{glM}{\omega\Omega}$$

où : I : moment d’inertie à déterminer (en kg·m^2)

g : attraction terrestre (connue, g = 9.81 m/s^2)

l : bras de levier, mesuré à une précision relative de 0.1%

M : masse additionnelle, mesurée à ±2 g

ω : vitesse angulaire de rotation du disque, mesurée à 1% (relatif)

Ω : vitesse angulaire de précession du gyroscope, mesurée à ± 0.01 rad/s

On obtient les valeurs suivantes : l = 25 cm; M = 384 g ; Ω = 0.116 rad/s ; ω = 481.3 rad/s.

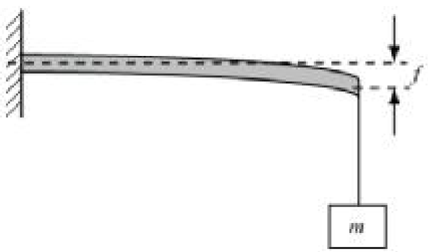
Déterminer le moment d'inertie I, puis son incertitude ΔI. Indiquer le résultat complet sous une forme correcte

Quelle mesure faut-il particulièrement soigner pour améliorer la précision sur la détermination de I ?

Calcul d'erreurs

Le module d'élasticité E d'une poutre encastrée peut être estimé en appliquant une force (poids) à l'extrémité de cette poutre et en en mesurant la flèche (déformation) produite (cf Figure 2). La relation suivante relie la flèche à la force appliquée :

$$f = 4\frac{l^3}{ab^3}\frac{P}{E}$$



Avec : f : flèche [m]

l, a et b : longueur, largeur et hauteur de la poutre, respectivement [m]

P (=mg) : force [N]

E : module d'élasticité [N/m^2].

On prend la série de mesures suivante sur une poutre en laiton :

m [g]	200	500	700	850	1000	1150	1300
f [mm]	0.075	0.21	0.3	0.37	0.475	0.5	0.62

longueur l = 14.9 cm ; largeur a = 0.6 cm ; hauteur b = 1 cm ;

L'imprécision relative sur m est estimée à $\Delta m/m$ = 5% et l'imprécision sur f à Δf = 0.05 mm. Les erreurs sur les dimensions de la poutre sont négligeables.

Reportez les valeurs $f = f(m)$ sur un graphique avec les barres d'erreur sur chaque point avec la calculatrice ou le téléphone. Effectuez une régression linéaire en utilisant la méthode des moindres carrés implémentée afin d'obtenir E à partir de cette droite. En déduire l'incertitude ΔE sur la valeur de E déterminée.

La pente et son incertitude s'écriront alors :

$$P = \frac{P_{max} - P_{min}}{2} +/- \left|\frac{P_{max} - P_{min}}{2}\right|$$