TRAVAUX DIRIGÉS DE FRANCAIS DES SCIENCES - PHYSIQUE 1 :
Vocabulaire et analyse dimensionnelle

École Centrale Pékin

Année 1

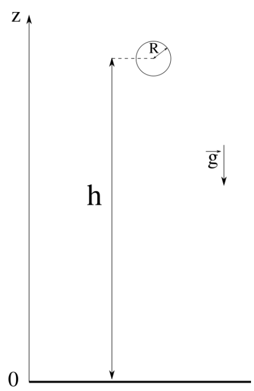
VOCABULAIRE

EXERCICE 1 : Vocabulaire d'énoncé

Dans l'exercice suivant, on vous donne les réponses. A vous de trouver la question de l'énoncé.

On considère une boule de rayon R et de masse m lachée sans vitesse initiale d'une hauteur $h = 10$ m

1. ...



On néglige les forces de frottement et on assimile la boule à un point matériel ($R \simeq 0$)

2. ...

   On sait que la norme de $\overrightarrow{g}$ est $\boxed{||\overrightarrow{g}|| = 9,81 \text{ m.s}^{-1}}$

3. ...

   On applique le principe fondamental de la dynamique (2^{eme} loi de Newton) à la boule :

$$m\overrightarrow{a} = m\overrightarrow{g}$$

   En projetant sur l'axe Oz, nous obtenons : $a = -g$

   De plus $a = \dfrac{dv}{dt}$ donc $\boxed{v(t) = -gt + v_0}$

4. ...

   D'après l'énoncé la vitesse initiale est nulle donc $v(0) = 0 = v_0$
   Ainsi $\boxed{v(t) = -gt}$

5. ...

   On a $v = \dfrac{dz}{dt}$ donc $z(t) = -\dfrac{1}{2}gt^2 + z_0$
   D'après l'énoncé $z(0) = h = z_0$ donc $\boxed{z(t) = h - \dfrac{1}{2}gt^2}$

6. ...

$$\boxed{t_h = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

7. ...

   $[h] = L$ et $[g] = L.T^{-2}$ donc $[t_h] = \left(\dfrac{[h]}{[g]}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\dfrac{L}{L.T^{-2}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(T^2\right)^{\frac{1}{2}} = T$
   $\boxed{t_h \text{ est bien homogène à un temps}}$

8. ...

$$\boxed{t_h = \sqrt{\frac{10}{9,81}} = \qquad\qquad\qquad}$$

En réalité la boule met $1,2$ s pour atteindre le sol.

9. ...

   La boule met plus de temps que prévu, $\boxed{\text{les frottements ne sont probablement pas négligeables.}}$

Unités et dimensions

Exercice 2 : Système d'unité international

Donner la dimension et l'unité dans le système d'unité international des grandeurs suivantes :

1. température T
2. vitesse v
3. force F
4. charge électrique q
5. énergie E
6. pression p
7. travail d'une force W
8. moment d'une force M
9. capacité thermique $C = \dfrac{dE}{dT}$
10. champ magnétique B avec $\overrightarrow{F} = q\overrightarrow{v} \wedge \overrightarrow{B}$

Exercice 3 : Lien entre nom français et unité

Expliquer en français ce que signifient les grandeurs suivantes, puis donner leur dimension et leur unité SI (puis leur unité usuelle utilisée en chimie) :

1. masse molaire M
2. masse volumique ρ
3. volume massique V_m
4. volume molaire V_n
5. concentration molaire C_n
6. concentration massique C_m

Exercice 3 : Conversion d'unités

1. Donner la masse volumique de l'eau liquide dans les unités suivantes : kg.L^{-1}, kg.m^{-3}, g.m^{-3}, g.L^{-1}, g.dm^{-3}, g.cm^{-3}
2. Donner la valeur du volume massique de l'eau liquide dans les unités suivantes : L.kg^{-1}, m^3.kg^{-1}, m^3.g^{-1}, L.g^{-1}
3. On a l'accélération de pesanteur $g = 9,81$ m.s^{-2}. Donner sa valeur (en faisant attention au nombre de chiffres significatifs) dans les unités suivantes : km.s^{-2}, km.h^{-2}, mm.min^{-2}

Homogénéité

Exercice 4 : Homogénéité d'équations

À l'aide d'une analyse dimensionnelle rapide, dire pour chacune des équations suivantes si elles sont homogènes ou non et donc si elles donneront un résultat faux.

1. Hauteur maximal atteinte par un projectile de masse m lancé verticalement à la vitesse v (on notera g l'accélération de pesanteur) :

   a) $h = \dfrac{mv^2}{g}$ b) $h = \dfrac{v^2}{2g}$ c) $h = \dfrac{v^2}{g}$

2. Distance horizontale maximale x parcourue par un projectile de masse m dont la vitesse initiale v fait un angle α avec l'horizontale :

   a) $x = \dfrac{mv^2 \sin(2\alpha)}{2g}$ b) $x = \dfrac{v^2 \sin(2\alpha)}{2g}$ c) $x = \dfrac{v^2 \tan(2\alpha)}{2g}$

3. Altitude h d'un satellite en orbite circulaire de période de révolution T autour de la Terre de rayon R (on notera g l'accélération de pesanteur au niveau du sol) :

   a) $h = \left(\dfrac{T^2R^2g}{4\pi^2} - R\right)^{1/3}$ b) $h = \left(\dfrac{T^2R^2g}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R$ c) $h = \left(\dfrac{T^4Rg^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R$

4. Tension électrique U dans un circuit électrique composé de résistance R_1, R_2 et R_3, alimenté par une tension E :

$$U = \frac{R_1R_2}{R_1R_2 + R_3(1 + R_2)}E$$

Exercice 5 : Dimension et unité de constantes fondamentales

Les équations données ci-dessous sont homogènes. À l'aide d'une analyse dimensionnelle, donner les dimensions et unités SI des constantes qui interviennent dans chaque équations.

1. L'énergie mécanique d'un satellite de masse m en orbite autour d'une planète de masse M à une distance r peut s'écrire sous la forme :

   $$E = \frac{m}{2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{mC^2}{2r^2} - \frac{\mathcal{G}Mm}{r}$$

   avec C la constante des aires et $\mathcal{G}$ la constante de gravitation universelle.
2. Pour n moles de gaz parfait dans une enceinte de volume V, la relation entre sa pression P et sa température T s'écrit :

   $$PV = nRT$$

   avec R la constante des gaz parfaits
3. Un champ magnétique à une distance r d'un fil électrique infini parcouru par un courant I s'écrit :

   $$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

   avec μ_0 la perméabilité du vide.
   Indication : utiliser l'unité du champ magnétique déterminée dans l'exercice 1