Université Paul Sabatier **L1-STS-S1 Portail PC**

Devoir à la Maison de Physique – DM n°1

Exercice I : Analyse dimensionnelle dans le système international. 10pts

I.1 Constantes fondamentales de la physique

a) L'équation d'état des gaz parfaits s'écrit $PV = nRT$, où P désigne la pression, V le volume, T la température, n le nombre de moles et R la constante des gaz parfaits. Trouver la dimension de R.

$[R] = ML^2T^{-2}N^{-1}\Theta^{-1}$ 2pts

b) La force de gravitation F_g entre deux corps de masse m et m' distants de r s'écrit $F_g = G\dfrac{mm'}{r^2}$, où G est la constante de gravitation. Trouver la dimension de G.

$[G] = M^{-1}L^3T^{-2}$ 2pts

c) L'énergie d'un photon de fréquence ν s'écrit $\mathcal{E} = h\nu$, où h est la constante de Planck. Trouver la dimension de h.

$[h] = ML^2T^{-1}$ 2pts

I.2 Equations aux dimensions

a) La fréquence f du son émis par une corde vibrante est donnée par $f = C\ell^\alpha m^\beta F^\delta$, où C est une constante sans dimension, m la masse de la corde, ℓ sa longueur et F la force qui la tend. Déterminer α, β et δ à l'aide de l'équation aux dimensions de f.

$\alpha = -1/2, \beta = -1/2, \delta = 1/2$ 2pts

b) On considère un pendule simple constitué d'un fil de longueur ℓ et d'une masse m. La période d'oscillation T du pendule est donnée par $T = 2\pi\ell^\alpha m^\beta g^\delta$, où g le champ de pesanteur terrestre. Déterminer α, β et δ à l'aide de l'équation aux dimensions de T.

$\alpha = 1/2, \beta = 0, \delta = -1/2$ 2pts

Exercice II : Calculs d'incertitude. 9pts

On considère un ressort de constante de raideur K suspendu à la verticale, auquel on accroche une masse m. Sous l'effet de cette masse le ressort s'allonge. L'élongation Z s'écrit $Z = mg/K$, où g est le champ de pesanteur terrestre. On donne $K = 250$ N.m^{-1} et $g = 9{,}81$ m.s^{-2}.

a) Calculer m sachant que l'on mesure une élongation $Z =$ 5,5 cm.

m=1,4 kg 1pt

b) Calculer les incertitudes absolue Δm et relative $\Delta m / m$, sachant que l'élongation a été mesurée avec une précision de $\Delta Z = 0{,}1$ cm et que la constante de raideur est connue à $\pm \Delta K = 5$ N.m^{-1} près. On considèrera qu'il n'y a pas d'incertitude sur la valeur de g.

$$\Delta m = \frac{1}{g}\left(\Delta K.Z + K.\Delta Z\right) = 0{,}053 kg$$ 1pt+1pt

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta Z}{Z} = 0{,}04$$ 1pt+1pt

c) On s'intéresse maintenant aux oscillations verticales de la masse autour de sa position d'équilibre. Sa période d'oscillation T s'écrit $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$. Calculer T en utilisant la valeur de m calculée à la question a).

T=0,47s 1pt

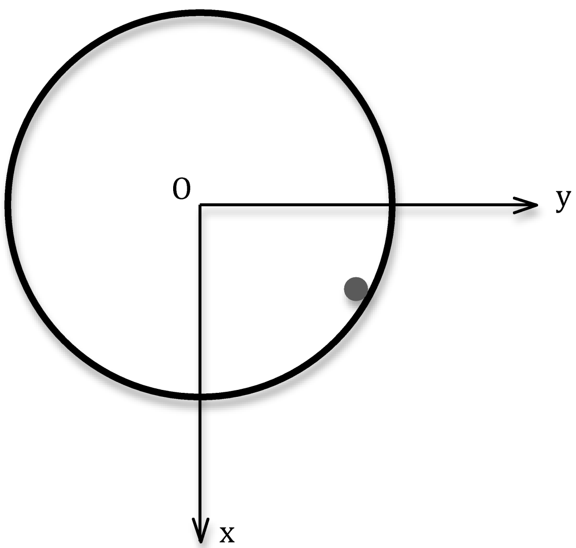
d) Quelle est l'incertitude relative $\Delta T / T$ correspondante?

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2}\frac{\Delta K}{K} + \frac{1}{2}\frac{\Delta m}{m} = 0{,}03$$ 2pt+1pt

1pt pour la présentation

DEVOIR MAISON

On considère le mouvement d'une bille de masse m (assimilée à un point matériel M), astreinte à se déplacer sur un rail circulaire contenu dans un plan vertical. Ce mouvement s'effectue sans frottement.



1- Faire apparaître sur le schéma du système les forces s'appliquant sur M. On notera θ l'angle repérant la position de M par rapport à l'axe (Ox), et R le rayon de courbure du rail. **(1)**

- Poids **P**
- réaction normale du guide **R**

2- Comment s'expriment les puissances relatives à chacune de ces forces ? **(2)**

P_R = **R**.**v** = 0

P_P = **P**.**v**

(1) - Projections de **P** et **v** suivant (Ox) et (Oy)

(2) - On en déduit $P_P = -mgR\dot{\theta}Sin\theta$

3- En déduire l'énergie potentielle E_p de la bille pour une position quelconque sur le rail.

(1) - **P** force conservative dérive d'une énergie potentielle

(2) $P_P = -\dfrac{dE_p}{dt}$

(2) - On en déduit $E_p = -mgRCos\theta$

4- Représenter la variation de $E_p(\theta)$ pour θ variant de -π à π en mettant en évidence les valeurs minimale E_{pmin} et maximale E_{pmax}.

(2) - Tracé

E_{pmin} = -mgR E_{pmax} = mgR

5- Quel est la nature du mouvement de la bille si son énergie mécanique E_m est comprise entre E_{pmin} et E_{pmax} ? Montrer sur le graphe précédent comment l'angle maximum atteint par la bille peut être déduit de la valeur de E_m.

(1) - conservation de l'énergie mécanique (pas de frottements) : $E_m=E_c+E_p=cste$

(2) - On repère sur le graphe ci-dessus la valeur de Em. L'énergie cinétique de la bille est nulle pour les valeurs de θ correspondant à $E_p=E_m$.

(1) - Mouvement oscillatoire.

6- Quel est la nature du mouvement de la bille dans le cas où E_m est égale à E_{pmin} ?

(1) Mouvement stationnaire stable

7- Enfin, que se passe-t-il si E_m est égale à E_{pmax}, et si elle est légèrement supérieure ?

(1) si E_m est égale à E_{pmax} mouvement stationnaire instable

(1) si E_m est supérieure à E_{pmax} mouvement de révolution