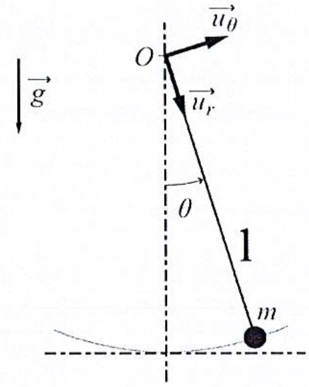
Université de Bourgogne
L1 Sciences & Techniques - Physique Générale 1 (Phys1A2)
Contrôle continu- 1h30 - calculatrice autorisée - aucun document
2021-2022

Lors des applications numériques, vérifier le nombre de ***chiffres significatifs*** *et l'****unité***

Exercice 1 – **Question de cours (barème approximatif 3 points)**



On considère un pendule constitué d'une masse m accrochée à l'extrêmité d'un fil inextensible de longueur l.
Dans la base polaire $(O, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ donner l'expression

1. du vecteur position $\overrightarrow{OM}$
2. du vecteur vitesse $\vec{v}$
3. du vecteur accéleration $\vec{a}$

Exercice 2 – **Décollage d'un avion (barème indicatif 7 points)**

Soit un avion pouvant accélérer à accélération constante $a_0 = 12{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ et qui doit atteindre la vitesse de $v_{min} = 200\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$ pour décoller. On veut savoir si cet avion est capable de décoller depuis la piste du porte-avions Charles de Gaulle (la longueur de la piste est de $L = 194,5$m).

Données $a_0 = 12{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$; $v_{min} = 200\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$; $L = 194{,}5\,\mathrm{m}$;

1. Donner l'expression de la position de l'avion en fonction du temps (x=f(t)).
2. En déduire une relation entre la position de l'avion, sa vitesse et son accélération.
3. a) Etablir que la vitesse est en bout de piste $v(L) = \sqrt{2a_0L}$.
   b) La calculer. La convertir en $\mathrm{km\cdot h^{-1}}$.
   c) L'avion est-il capable de décoller ?

Exercice 3 – **Chute de grêle (barème indicatif 10 points)**

Les grêlons sont des particules de glace dont les chutes en très grand nombre depuis certains nuages constituent la grêle. On a mesuré expérimentalement leur vitesse à l'arrivée au sol (v_s). Cette vitesse varie, en fonction de la masse du grêlon, entre $v_s = 15,0$ et v_s =100 $\mathrm{km\cdot h^{-1}}$.. On cherche à connaître le modèle mécanique permettant d'expliquer ces valeurs.
Pour cela, on modélise le grêlon par une boule de glace (densité de la glace: $\rho_g = 917\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$) de rayon $R = 5$mm qui chute d'un nuage situé à une altitude $h = 1500$ m . On prendra un axe Oz descendant tel qu'à $t = 0$: $z = 0$ et $v = 0$. On teste alors deux modèles mécaniques différents.

Données $\rho_g = 917\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$; $R = 5$mm; $h = 1500$ m; $g = 9{,}81\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$; $m = 4{,}8\cdot 10^{-4}\,\mathrm{kg}$; $\eta_{air} = 1{,}8\cdot 10^{-5}\,\mathrm{kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-1}}$

1] On néglige les forces de frottement fluide dues à l'air.

a/ Faire le bilan des forces.

b/ Déterminer $v(t)$ et $z(t)$.

c/ Calculer t_c la durée de la chute en fonction de g et h

d/ En déduire l'expression de v_s.

e/ Faire l'application numérique pour trouver la valeur de t_c et en déduire v_s.

f/ Conclure sur la validité du modèle.

2] On considère une force de frottement fluide due à l'air de la forme $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ avec $\alpha = 6\pi R\eta_{air}$ où R est le rayon du grêlon et $\eta_{air} = 1,8.10^{-5} kg.m^{-1}.s^{-1}$ est la viscosité de l'air.

a/ Faire le nouveau bilan des forces.

b/ Établir l'équation différentielle en $v(t)$: $\frac{dv}{dt} + \frac{\alpha}{m}v = g$

c/ Etablir la vitesse limite v_l du grêlon. La calculer. La masse du grêlon est $m = 4{,}8 \cdot 10^{-4}$ kg.

d/ Le graphique ci-dessous représente la composante z en fonction du temps. En déduire une valeur approchée du temps de chute t_c depuis l'altitude h=1500 m.

e/ Montrer que l'équation $v(t) = v_l \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{m}t}\right)$ est solution de l'équation différentielle.

f/ Calculer la vitesse à l'instant t_c et conclure sur la validité du modèle. A vitesse élevée, les frottements sont plutôt de la forme $\vec{f} = \beta v^2 \vec{u}_z$.