NOM : DAVID PRENOM : Clément GROUPE : B2

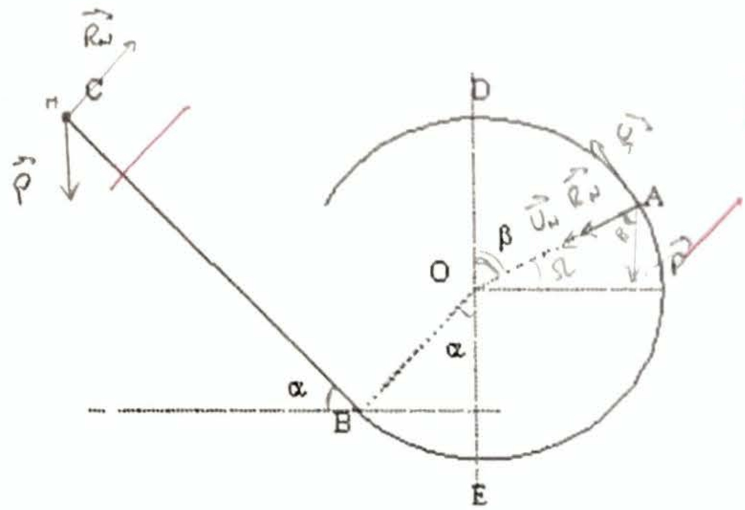
Contrôle n°2 de Physique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.
Réponses exclusivement sur le sujet

Exercice 1 (7 points)

11/20

Un solide de masse m se déplace dans une glissière constituée d'une partie rectiligne BC suivie d'une partie circulaire de centre O et de rayon R. **Les frottements sont négligés.** Le solide est lâché du point C **sans vitesse initiale**. On a α=(BOE) et β=(AOD).



$\Omega = 90 - \beta$

$\sin \Omega = \sin(90-\beta) = \cos(\beta)$

1-a) Représenter les forces agissant sur le solide entre C et B. 1

b) Utiliser le théorème d'énergie cinétique pour exprimer la vitesse au point B. On prend l'origine des altitudes au point B. Le trajet BC est incliné d'un angle α.
Faire le calcul pour BC = 2m ; g = 10m.s^{-2} ; α = 30°.

$\Delta E_c = \sum W(\vec{F_{ext}})$

$\underbrace{\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_C^2}_{0} = W(\vec{P}) + \underbrace{W(\vec{R_N})}_{0}$

$\frac{1}{2} m v_B^2 = W(\vec{P}) = mg$

$v_B^2 = 2g$

$v_B = \sqrt{2 \times 10} = 2\sqrt{5}\ m.s^{-1}$

2

2- a) Utiliser le théorème d'énergie mécanique pour exprimer la vitesse au point A en fonction de BC, α, β, R et g. Faire le calcul pour R = 0,5m ; β = 60° ; BC = 2m ; g = 10m.s^{-2} ; α = 30°.

$\Delta E_m = 0$

$\frac{1}{2} m v_A^2 + mgz_A - \underbrace{\frac{1}{2} m v_C^2}_{0} - mgz_C = 0$?

$\frac{1}{2} m v_A^2 + mg(R + R\cos\beta) - mg(BC \sin\alpha) = 0$ $z_A = R\cos(\alpha) + R\cos(\beta)$

$v_A^2 = -2g(R + R\cos\beta - BC\sin\alpha)$

$v_A^2 = -2\times 10 \left(0,5 + 0,2 \times \cos(60°) - 2 \times \sin(30°)\right) = -20(0,25)$

$v_A^2 = +5$

$v_A = \sqrt{5}\ m.s^{-1}$

b) Représenter sur le schéma les forces appliquées sur le solide au point A. 1

c) Utiliser la deuxième loi de Newton dans la base de Frenet $(\vec{u}_T, \vec{u}_N)$, pour exprimer la norme de la réaction R_N au point A, en fonction de m, g, BC, R, α et β.

$\Sigma(\vec{F_{ext}}) = m\vec{a}$

$\vec{R_N} = R_N \vec{u_N}$

$\vec{P} = P\cos\beta \vec{u_N} - P\sin\beta \vec{u_T}$

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u_T} + \frac{v^2}{R}\vec{u_N}$

Sur $\vec{u_N}$ on a

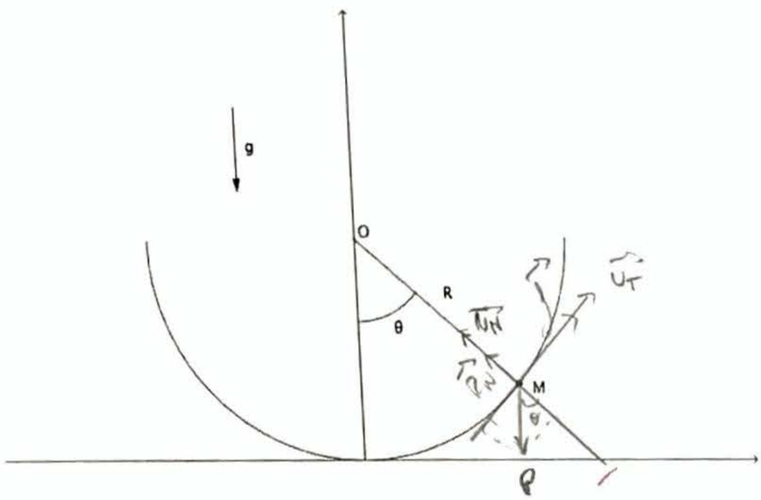
$R_N + P\cos\beta = m\frac{v^2}{R}$?

$R_N = m \frac{\left(2g(R + \cancel{R\cos(\beta)} - BC\sin(\alpha))\right)}{R} - mg\cos\beta$

Erreur dans v_A.

3- Calculer l'énergie mécanique minimale au point C pour atteindre le point D. On donne m = 200g.

Exercice 2 *Etude d'une oscillation amortie* (6 points).



On s'intéresse au mouvement d'un objet M de masse *m* le long d'un demi-cercle de rayon R et de centre O. Les frottements pouvant être modélisés par : $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$.
La masse m est lâchée à un angle θ_0, sans vitesse initiale.

1-Citer les forces extérieures appliquées au point M et les représenter sur le schéma.

La masse est soumise à son poid $\vec{P}$ (vers le bas), elle est ralentie par des frottements $\vec{f}$
avec $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ qui s'oppose au mouvement
La masse est aussi soumise a une réaction normale vers le centre du cercle de rayon R.

1

2-a) Ecrire la deuxième loi de Newton. Projeter cette équation dans la base de Frenet $(\vec{u}_T, \vec{u}_N)$.

$\vec{f} = f\vec{u_T}$

$\vec{R_N} = R_N \vec{U_N}$

$\vec{P} = P\cos(\theta)\vec{U_N} + P\sin(\theta)\vec{U_T}$

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u_T} + \frac{v^2}{R}\vec{U_N}$

$\Sigma(\vec{F_{ext}}) = m\vec{a}$

$\vec{f} + \vec{P} = m\vec{a}$

1

sur $\vec{U_T}$ on a :

$-f - P\sin(\theta) = m\frac{dv}{dt}$

sur $\vec{U_N}$ on a

$R_N - P\cos(\theta) = m\frac{v^2}{R}$

b) En déduire l'expression de la réaction R_N, ainsi que l'équation différentielle qui exprime l'angle $\theta(t)$ en fonction de ses dérivées $\dot{\theta}$ et $\ddot{\theta}$.

$R_N = m\frac{v^2}{R} - P\cos(\theta(t))$

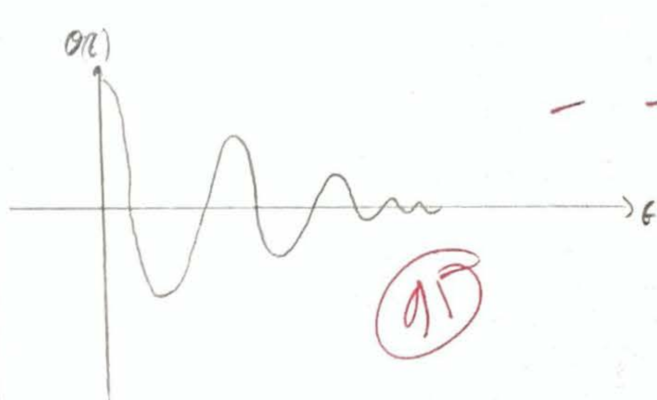
+

exprime $V = R\dot{\theta}$

c) On se place dans le cas où la masse m est lâchée avec un angle θ_0 suffisamment petit pour pouvoir dire que $\sin(\theta) \approx \theta$. Réécrire l'équation différentielle et préciser les différents régimes selon les valeurs du coefficient de frottement α.

d) Illustrer à l'aide des courbes $\theta(t)$, les régimes cités dans la question (2c).

d) On a donc un mouvement pseudo périodique ($\Delta < 0$)



- - - - $\Delta > 0$?

$\Delta = 0$?

05

Exercice 3 Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes. (7 points)

1-Un calorimètre contient une masse $m_1 = 200g$ d'eau. La température initiale de l'ensemble est $\theta_1 = 20°C$. On ajoute une masse $m_2 = 300g$ d'eau à la température $\theta_2 = 80°C$.

a) Quelle serait la température d'équilibre thermique θ_e de l'ensemble si la capacité thermique C_{cal} du calorimètre était négligeable ? On donne la capacité massique de l'eau : $c_e = 4.10^3 JK^{-1}kg^{-1}$.

$\Sigma Q_i = 0$

$Q_1 = m_1 c_e(\theta_f - \theta_1)$

$Q_2 = m_2 c_e(\theta_f - \theta_2)$

$m_1 c_e \theta_f - m_1 c_e \theta_1 + m_2 c_e \theta_f - m_2 c_e \theta_2 = 0$

$(m_1 c_e + m_2 c_e)\theta_f = m_1 c_e \theta_1 + m_2 c_e \theta_2$

$\theta_f = \frac{c_e(m_1\theta_1 + m_2\theta_2)}{c_e(m_1 + m_2)} = \frac{200 \times 20 + 300 \times 80}{200 + 300} = \frac{4000 + 24000}{500} = 56°$

1

b) On mesure en fait une température d'équilibre thermique $\theta_e = 50°C$. Déterminer la capacité thermique C_{cal} du calorimètre.

$\Sigma Q_i = 0$

$Q_1 + Q_2 + Q_{cal} = 0$

$m_1 c_e(\theta_f - \theta_1) + m_2 c_e(\theta_f - \theta_2) + C_{cal}(\theta_f - \theta_1) = 0$

1

$C_{cal} = \frac{-c_e(m_1(\theta_f - \theta_1) + m_2(\theta_f - \theta_2))}{\theta_f - \theta_1} = \frac{-4 \times 10^3(200(50-20) + 300(50-80))}{50-20}$

$= \frac{-4 \times 10^3(6000 - 9000)}{30} = 4 \times 10^3 \times 100 = 4 \times 10^5$ $= 400 JK^{-1}$

Convertir le g → kg !

2- Un calorimètre de capacité négligeable contient une masse $m_1 = 200g$ d'eau à la température initiale $\theta_1 = 70°C$. On y place un glaçon de masse $m_2 = 80g$ sortant du congélateur à la température $\theta_2 = -23°C$. Déterminer la température d'équilibre θ_e sachant que le glaçon fond dans sa totalité.
Données : Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 300.10^3 Jkg^{-1}$.
Capacité massique de l'eau : $c_e = 4.10^3 JK^{-1}kg^{-1}$.
Capacité massique de la glace : $c_g = 2.10^3 JK^{-1}kg^{-1}$

$Q_1 = m_1 c_e (\theta_f - \theta_1)$

$Q_2 = m_2 c_g (\theta_f - \theta_1) = m_2 L_f$

$Q_1 + Q_2 = 0$

$m_1 c_e (\theta_e - \theta_1) + m L_f = 0$

il manque Q_3 et Q_4 !

$m_1 c_e \theta_e - m_1 c_e \theta_1 + m_2 L_f = 0$

$\theta_e = \dfrac{m_1 c_e \theta_1 - m_2 L_f}{m_1 c_e} = \dfrac{200 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3 \times 70 - 80 \times 10^{-3} \times 300 \times 10^3}{200 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3} = \dfrac{56000 - 24000}{800}$

$= \cancel{\dfrac{32000}{800} = 40°}$

3- On désire obteneir un bain d'eau tiède à 37°C, d'un volume total **V** = 250L, en mélangeant un volume $\mathbf{V_1}$ d'eau chaude à la température initiale θ_1=70°C et un volume $\mathbf{V_2}$ d'eau froide à la température initiale θ_2=15°C.
Déterminer les volumes $\mathbf{V_1}$ et $\mathbf{V_2}$ en supposant négligeables toutes les fuites thermiques lors du mélange. Données : Capacité massique de l'eau : $c_e = 4.10^3 JK^{-1}kg^{-1}$.
Masse volumique de l'eau : ρ_e = 1kg/L.

$V = 250L = 250kg = m_1 + m_2 \Leftrightarrow m_1 = 250 - m_2$

$V_1 = m_1 \Rightarrow \theta_1 = 70°$

$V_2 = m_2 \Rightarrow \theta_2 = 15°$

$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_e (\theta_f - \theta_1) + m_2 c_e (\theta_f - \theta_1) = 0$

1

$\frac{c_e}{70} \left(m_1 (\theta_f - \theta_1) + m_2 (\theta_f - \theta_1) \right) = 0$

$m_1 (37 - 70) + m_2 (15 - 70) = 0$

et $(V_1 + V_2 = 250)$

$-43 m_1 + 55 m_2 = 0$

$-43(250 - m_2) + 55 m_2 = 0 \quad m_2 = \dfrac{-43 \times 250}{43 + 55} = \dfrac{10750}{98} \approx 109,6 kg$

$V_1 = 250 - 109,6 = 140,4 L$

$V_2 = \cancel{109,6L}$