EPITA / S2

NOM : .... PRENOM : Youssef GROUPE : C2

Mars 2018

Contrôle 2 de Physique

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

18/20 T.B

QCM (4 points, pas de points négatifs)

4/4

Entourer la bonne réponse

1- L'énergie mécanique de la masse m d'un pendule simple est d'expression :

$E_m = \frac{1}{2}mL^2.(\dot{\theta})^2 + mgL(1-\cos(\theta))$; Où m, L et g sont des constantes.

La dérivée de cette énergie par rapport au temps est

a) $\frac{dE_m}{dt} = mL^2\ddot{\theta}\,\dot{\theta} - mgLsin(\theta).\dot{\theta}$

~~b)~~ $\frac{dE_m}{dt} = mL^2\ddot{\theta} + mgLsin(\theta)$

c) $\frac{dE_m}{dt} = mL^2\ddot{\theta}\,\dot{\theta} + mgLsin(\theta).\dot{\theta}$

2- L'équation différentielle du mouvement de la masse du pendule simple, obtenue en écrivant $\frac{dE_m}{dt} = 0$, est

a) $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\cos(\theta) = 0$ b) $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\sin(\theta) = 0$ c) $\ddot{\theta} - \frac{g}{L}\sin(\theta) = 0$

3- La résolution de l'équation différentielle $\ddot{x} + \frac{\alpha}{m}\dot{x} + \omega_0^{\,2}x = 0$ nécessite de distinguer trois régimes. Le régime critique correspond à une valeur particulière de α (α étant le coefficient de frottement).

a) $\alpha_{crit} = 0$ b) $\alpha_{crit} > 2m\omega_0$ c) $\alpha_{crit} = 2m\omega_0$ d) $\alpha_{crit} < 2m\omega_0$

4- Un système qui n'échange ni matière, ni énergie avec le milieu extérieur est appelé :

a) un système isolé   b) un système exclusif   c) un système fermé

5- Quelle est l'expression de la résistance thermique ?

a) $R_{th} = -\frac{\Phi}{\Delta\theta}$ b) $R_{th} = \frac{e}{\lambda_{th}.S}$ c) $R_{th} = \frac{\lambda_{th}.S}{e}$

6- Un double vitrage est constitué de deux vitres en verre, chacune de résistance R_{verre}, séparées par un espace rempli d'air de résistance R_{air}. Que vaut la résistance totale du double vitrage ?

a) $R_{verre} + R_{air}$ b) $\frac{2}{R_{verre}} + \frac{1}{R_{air}}$ c) $2R_{verre} + R_{air}$

A. Zellagui

7- La température d'équilibre atteinte lorsque l'on mélange dans un calorimètre (de capacité calorifique négligeable) un volume V_1 d'eau à la température θ_1 et un volume V_2 d'eau à la température θ_2 est

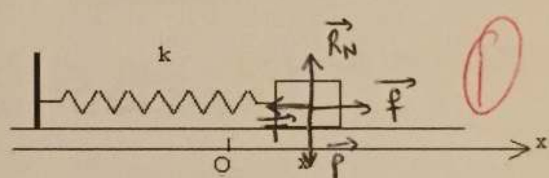
a) $\theta_e = \frac{V_1\theta_1+V_2\theta_2}{V_1+V_2}$ b) $\theta_e = \frac{\theta_1+\theta_2}{2}$ c) $\theta_e = V_1\theta_1 + V_2\theta_2$

8- Laquelle des grandeurs ci-dessous n'est pas extensive ?

a) la température
b) la masse
d) le nombre de moles

Exercice 1 (5 points)

On considère un système (ressort, masse m) représenté sur la figure ci-dessous. On écarte la masse de sa position d'équilibre x = 0 d'une distance x_0, ($x_0 > 0$), et on la lâche sans vitesse initiale.
La masse est soumise à une force de frottement d'expression : $\vec{f} = -\alpha.\vec{V}$, α est un coefficient de frottement positif .
On pose x(t) la position de la masse à un instant t quelconque et k le coefficient de raideur du ressort.



1

1- Représenter sur le schéma les forces appliquées sur la masse m. On suppose la masse se déplaçant de x_0 vers x = 0.
2- a) Utiliser la deuxième loi de Newton pour retrouver l'équation différentielle du mouvement donnée par $\ddot{x}+\frac{\alpha}{m}\dot{x}+\frac{k}{m}x=0$.

$\sum \vec{F_{ext}} = m \times \vec{a}$

$\vec{R_N} + \vec{P} + \vec{T} + \vec{f} = m \times \vec{a}$

projection sur $\vec{x}$: $-T + f = m \times a_x$

$\Leftrightarrow m \times \ddot{x} + kx + \alpha\dot{x} = 0$

$\Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{\alpha}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$.

$a_x = \ddot{x}$

$f = -\alpha V = -\alpha\dot{x}$

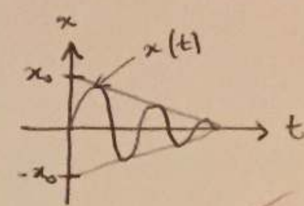
$T = kx$.

1

b) Donner l'équation caractéristique de l'équation différentielle, préciser les trois régimes d'oscillations selon les conditions sur le coefficient de frottement α. Donner l'allure de la courbe x(t) pour chacun des régimes.

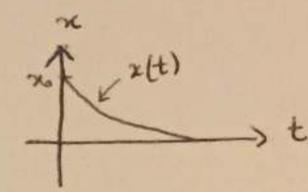
Equation Caractéristique : $r^2 + \frac{\alpha}{m} r + \omega_0^2 = 0$ $\quad (\omega_0^2 = \frac{k}{m})$

Donc $\Delta = \left(\frac{\alpha}{m}\right)^2 - 4\omega_0^2$



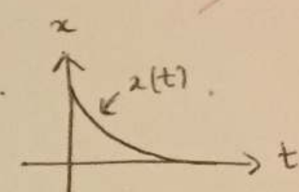
- $\Delta < 0$: $\frac{\alpha}{m} < 2\omega_0 \iff \alpha < 2\omega_0 m$.

  ↳ allure pseudo periodique



- $\Delta = 0$: cas critique

  $\frac{\alpha}{m} = 2\omega_0 \iff \alpha = 2\omega_0 m$.



- $\Delta > 0$: cas apériodique

  $\frac{\alpha}{m} > 2\omega_0 \iff \alpha > 2\omega_0 m$.

Exercice 2 (5 points)

1- Rappeler l'expression du flux thermique Φ traversant un milieu, en fonction de l'écart de température Δθ et de la résistance thermique R_{th}. On suppose une propagation de chaleur à une dimension et en régime stationnaire. Retrouver les unités de Φ, R_{th} et de la conductivité thermique λ_{th}

$\phi = -\frac{\Delta\theta}{R_{th}}$

- $\phi = \frac{dQ}{dt}$ avec Q la quantité de chaleur en (J)

  donc étant un flux thermique, $[\phi] = W (= J/s)$

- Sachant cela, on en deduit que $[R_{th}] = W^{-1}K$ avec la formule de ϕ.

- $R_{th} = \frac{e}{\lambda_{th} S} \iff \lambda_{th} = \frac{e}{R_{th} S}$ avec e : epaisseur (m), S : surface (m^2)

donc $[\lambda_{th}] = \frac{m}{W^{-1} K m^2} = W.K^{-1}.m^{-1}$.

2- Montrer que la résistance thermique R_{th} d'un système formé de trois milieux, de conductivités respectives λ_1, λ_2 et λ_3, de même surface S et d'épaisseurs respectives e_1, e_2 et e_3, s'écrit :

$R_{th} = R_{th1} + R_{th2} + R_{th3}$. Les trois milieux sont traversés par le même flux thermique Φ.

$\Phi = -\frac{\Delta\theta}{R_{th}}$ $\quad R_{th} = \frac{e}{\lambda_{th} S}$

1

$R_{th1} + R_{th2} + R_{th3} = \frac{e_1}{\lambda_1 S} + \frac{e_2}{\lambda_2 S} + \frac{e_3}{\lambda_3 S}$

$= \frac{1}{S}\left(\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}\right)$.

utiliser plutôt $\Delta\theta = \Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 + \Delta\theta_3$

or Φ est la même.

donc $3\Phi = \frac{-\Delta\theta}{}\left(\frac{1}{R_{th1}} + \frac{1}{R_{th2}} + \frac{1}{R_{th3}}\right)$.

?

$= -\Delta\theta\left(S\left(\frac{\lambda_1}{e_1} + \frac{\lambda_2}{e_2} + \frac{\lambda_3}{e_3}\right)\right)$.

c'est le même flux $\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = \Phi$

donc $R_{th} = R_{th1} + R_{th2} + R_{th3}$.

Exercice 3 (6 points) **Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes.**

1- Dans un calorimètre de capacité thermique 100 $J.K^{-1}$, on introduit 100 g d'eau, l'ensemble est à 20°C. On y ajoute 100 g d'huile à 100°C (température inférieure à sa température d'ébullition). La température finale est de 40°C.
Calculer la capacité massique de l'huile. On donne : $c_{eau} = 4.10^3$ $J.kg^{-1}.K^{-1}$

eau : $m_1 = 100g$. $\theta_1 = 20°C$ $C_e = 4.10^3 J.kg^{-1}K^{-1}$ $\theta_{eq} = 40°C$.

huile : $m_2 = 100 g$. $\theta_2 = 100°C$ C_h? $\theta_{eq} = 40°C$

Cal : $C_{cal} = 100 J.K^{-1}$ $\theta_1 = 20°C$ $\theta_{eq} = 40°C$

$\Sigma Q_i = 0$.

$Q_{eau} + Q_{cal} + Q_{huile} = 0$.

$(\theta_{eq} - \theta_1)(C_e m_1 + C_{cal}) + m_2 C_h(\theta_{eq} - \theta_2) = 0$

2

$\Leftrightarrow C_h = \frac{-((\theta_{eq} - \theta_1)(C_e m_1 + C_{cal}))}{m_2(\theta_{eq} - \theta_2)}$.

AN : $C_h = \frac{-(20 \times (4.10^3 . 100.10^{-3} + 100))}{100.10^{-3} \times (-60)} = \frac{100}{6.10^{-2}} = \frac{1}{6}.10^4 J.kg^{-1}.K^{-1}$

$\approx 1700 J.kg^{-1}.K^{-1}$

2- Quelle est la quantité de chaleur nécessaire pour convertir 10 g de glace à -20°C en vapeur à 100°C ?

Capacité massique de l'eau : $Ce = 4.10^3 J.kg^{-1}.K^{-1}$
Chaleur latente de fusion de la glace $L_f = 335.10^3 J.kg^{-1}$
Capacité massique de la glace $Cg = 2.10^3 J.kg^{-1}.K^{-1}$
Chaleur latente de vaporisation $Lv = 225.10^4 J.kg^{-1}$

$m_1 = 10\,g.$
$\theta_1 = -20°C$
$\theta_f = 100°C.$

glace : $-20°C \xrightarrow[Cg]{Q_1} 0°C \xrightarrow[Lf]{Q_2} 0°C \xrightarrow[Ce]{Q_3} 100°C \xrightarrow[Lv]{Q_4} 100°C$

$$Q = \sum Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$
$$= m_1 \left(Cg(0 - \theta_1) + Lf + Ce(\theta_f - 0) + L_v \right).$$

AN : $Q = 10.10^{-3}(2.10^3 . 20 + 335.10^3 + 4.10^3 . 100 + 225.10^4)$
$= 10(40 + 335 + 400 + 2250)$
$= 10 . 3025 = 30\,250\ J.$

2

3- Un calorimètre contient une masse m_1 = 150g d'eau. La température initiale de l'ensemble est θ_1=20°C. On ajoute une masse m_2= 250g d'eau à la température θ_2=70°C.
Calculer la capacité thermique C_{cal} du calorimètre sachant que la température d'équilibre est θ_e=50°C.
On donne la capacité massique de l'eau : $C_e = 4.10^3 JK^{-1}kg^{-1}$.

$$\sum Q_i = 0.$$
$$\underbrace{Q_1}_{eau1} + \underbrace{Q_2}_{eau2} + \underbrace{Q_{cal}}_{calorimètre} = 0$$

$$Ce\left(m_1(\theta_{eq} - \theta_1) + m_2(\theta_{eq} - \theta_2)\right) + C_{cal}(\theta_{eq} - \theta_1) = 0$$

$$\Leftrightarrow C_{cal} = \frac{-Ce\left(m_1(\theta_{eq} - \theta_1) + m_2(\theta_{eq} - \theta_2)\right)}{(\theta_{eq} - \theta_1)}$$

2

AN : $C_{cal} = \dfrac{-4.10^3\left(150.10^{-3}(30) + 250.10^{-3}(-20)\right)}{30.}$

$$= \frac{-4(4500 - 5000)}{30} = \frac{2000}{30} = \frac{200}{3.} \approx 67\ J.K^{-1}$$