Concours section : Inspecteur CCRF-EXT scientifique et technolog

Epreuve matière : Physique

N° Anonymat : FEMQZ562 RP Nombre de pages : 8

11 / 20

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : Externe **Section/Spécialité/Série :** Scientifique

Epreuve : 2 **Matière :** Physique **Session :** 2023

CONSIGNES
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

Problème 1 :

1) Volume du cylindre $= LS$

$$P_J = \frac{U^2}{R} \Rightarrow P_J\, dt = \iiint_V \mu c \, dV \, dT$$

$$= \mu c \, dT \iiint_V dV$$

$$= \mu c L S \, dT$$

$$\Rightarrow \underline{P_J = \frac{U^2}{R} = \mu c L S \frac{dT}{dt}}$$

2) $T(0) = T_0$; $\frac{U^2}{R} = \mu c L S \frac{dT}{dt}$ or $R = \rho \frac{L}{S}$

$$= \rho_0 (1 + \alpha T) \frac{L}{S}$$

$$\Rightarrow U^2 = \mu c L \cancel{S} \rho_0 \frac{L}{\cancel{S}} (1 + \alpha T) \frac{dT}{dt}$$

$$= \mu c L^2 \rho_0 \frac{dT}{dt} + \mu c L^2 \rho_0 \alpha T \frac{dT}{dt}$$

$$\Rightarrow \int_0^t U^2 dt = \int_0^t \mu c L^2 \rho_0 \frac{dT}{\cancel{dt}} \cancel{dt} + \int_0^t \mu c L^2 \rho_0 \alpha T \frac{dT}{dt} dt$$

$$U^2 t = \mu c L^2 \rho_0 (T - T_0) + \mu c L^2 \rho_0 \alpha \frac{(T - T_0)^2}{2}$$

$$\frac{U^2 t}{\mu c L^2 \rho_0} = (T - T_0) + \frac{\alpha}{2} (T - T_0)^2$$

on a donc bien : $kt = (T - T_0) + \frac{\alpha}{2}(T^2 - T_0^2)$

avec $k = \frac{U^2}{\mu C L^2 \rho_0}$

3) $kt = T(t) + \frac{\alpha}{2} T^2(t)$

$\Rightarrow \frac{\alpha}{2} T^2(t) + T(t) - kt = 0$

$\Delta = 1 + 4\left(\frac{k\alpha}{2}\right) = 1 + 2kt\alpha$

$T_1 = \frac{-1 + \sqrt{1 + 2kt\alpha}}{\alpha}$ $\quad T_2 = \frac{-1 - \sqrt{1+2kt\alpha}}{\alpha} < 0$ donc impossible

$\Rightarrow T(t) = \frac{-1 + \sqrt{1+2kt\alpha}}{\alpha}$

$= \frac{1}{\alpha}\left[-1 + \sqrt{2kt\alpha + 1}\right]$

on a bien $T(t) = \frac{1}{\alpha}\left[-1 + \sqrt{At + B}\right]$

avec $A = 2k\alpha$ et $B = 1$

$A = 2k\alpha$ or $\alpha > 0$ de par l'énoncé

et $k = \frac{U^2}{\mu C L^2 \rho_0} > 0$ produit de valeur positives

donc $A > 0$

$\lim\limits_{t \to \infty} T(t) = \lim\limits_{t \to \infty}\left(\frac{1}{\alpha}\left[-1 + \sqrt{At + B}\right]\right) = \infty$

donc la fusion n'est pas évitable

4) $P_J = RI^2 = \rho \frac{L}{S} I^2$

$$= \frac{\rho_0 L(1+\alpha T)}{S} I^2$$

$$\Rightarrow P_J\, dt = \frac{\mu}{L} c \iint_S dS\, dT$$

$$= \frac{\mu S c}{L} dT$$

$$\Rightarrow P_S = \frac{\mu S c}{L} \frac{dT}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{\mu S c}{L} \frac{dT}{dt} = \frac{\rho_0 L}{S}(1+\alpha T) I^2$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\rho_0 L^2}{\mu c S^2}(1+\alpha T) I^2$$

$$\underline{\frac{dT}{dt} - \frac{\rho_0 L^2 \alpha I^2}{\mu c S^2} T = \frac{\rho_0 L^2 I^2}{\mu c S^2}}$$

on a bien une équation de la forme

$$\underline{\frac{dT}{dt} - \frac{T}{\tau} = \frac{1}{\tau\alpha} \quad \text{avec } \tau = \frac{\mu c S^2}{\rho_0 L^2 \alpha I^2}}$$

5) $\frac{dT}{dt} - \frac{T}{\tau} = \frac{1}{\tau\alpha}$

équation caractéristique :

$$r - \frac{1}{\tau} = 0 \Rightarrow r = \frac{1}{\tau}$$

donc $T(t)$ de la forme $Ae^{-rt} + B = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$

$$\frac{dT}{dt} - \frac{T}{\tau} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{Ae^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau} + B = \frac{1}{\tau\alpha}$$

$$\Rightarrow B = -\frac{1}{\tau\alpha}$$

pour $t=0$ $T(0) = T_0 \Rightarrow A - \frac{1}{\tau\alpha} = T_0 \Rightarrow A = T_0 + \frac{1}{\tau\alpha}$

donc $T(t) = \left(T_0 + \frac{\lambda}{\tau\alpha}\right) e^{\frac{-t}{\tau}} - \frac{\lambda}{\tau}$

donc la fusion n'est pas possible

6) $h = \frac{P_{th}}{T - T_{Ext}}$ et $RI^2 - h(T - T_{Ext}) 2\pi a L = \mu c L S \frac{dT}{dt}$

$\Rightarrow \rho_0 \frac{L}{S} (1 + \alpha T) I^2 - h(T - T_{ext}) 2\pi a L = \mu c L S \frac{dT}{dt}$

$\Rightarrow \frac{\rho_0}{S} (1 + \alpha T) I^2 - h(T - T_{Ext}) 2\pi a = \mu c S \frac{dT}{dt}$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\rho_0 I^2}{\mu c S^2}(1 + \alpha T) - \frac{2\pi a h}{\mu c S}(T - T_{Ext})$$

$$= \left(\frac{\rho_0 \alpha I^2}{\mu c S^2} - \frac{2\pi a h}{\mu c S}\right) T + \frac{\rho_0 I^2}{\mu c S^2} + \frac{2\pi a h}{\mu c S} T_{Ext}$$

$$= \frac{T - T_\infty}{\tau'}$$

avec $\tau' = \frac{1}{\frac{\rho_0 \alpha I^2}{\mu c S^2} - \frac{2\pi a h}{\mu c S}}$ et $T_\infty = T_{Ext}$

$$= \frac{1}{\frac{\rho_0 \alpha I^2 - 2\pi a h S}{\mu c S^2}} = \frac{\mu c S^2}{\rho_0 \alpha I^2 - 2\pi a h S}$$

7) τ' doit être supérieur à 1

$\Rightarrow \mu c S^2 \geqslant \rho_0 \alpha I^2 - 2\pi a h S$

$\Rightarrow I^2 \leqslant \frac{\mu c S^2 - 2\pi a h S}{\rho_0 \alpha}$

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)
Concours / Examen : Externe Section/Spécialité/Série : Scientifique
Epreuve : 2 Matière : Physique Session : 2023

Problème 2 :

1) Écoulement isobare : $\delta\phi = \iint_S h\, dS\, dT$

$$= h\, l\, dx\, \Delta T$$

$$= h\, l\, dx\, [T_2(x) - T_1(x)]$$

Problème 3 :

1) $\vec{E_i} = \underline{E_0}\, e^{i(k_i z - \omega t)}\, \vec{u_x}$ $\qquad k_i = \omega c$

$E_r = \underline{r}\, \underline{E_0}\, e^{i(k_r z - \omega t)}\, \vec{u_x}$ $\qquad k_r = \frac{\omega c}{r}$

3) en $z = 0$

$\vec{E_i} + \vec{E_r} - \vec{E_t} = \vec{0} = E_0 + \underline{r} E_0 - \underline{t} E_0 = 0$

$\Rightarrow 1 + r - t = 0$

$\Rightarrow t = 1 + r$

Concours section : Inspecteur CCRF-EXT scientifique et technolog

Epreuve matière : Physique

N° Anonymat : FEMQZ562 RP Nombre de pages : 8

11 / 20