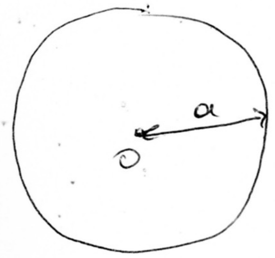
Exo 1-a p 44-1610251

• Orbite géostationnaire $r = a = cte \rightarrow$ circulaire

$$\Rightarrow \frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \Rightarrow a^3 = \frac{GM}{4\pi^2} T^2 = \frac{6{,}67.10^{-11} \times 6.10^{24}}{4\pi^2} \times (24 \times 3600)^2$$

$$\Rightarrow \boxed{a = 4{,}2.10^7 m}$$



• $\boxed{E_p = -\frac{GMm}{a} = 19 kJ}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

1– Mécanique, électrostatique (Meulmans, 2025)

a– Exercice 1 : Gravitation

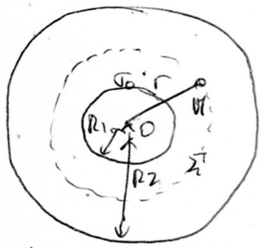
Quelle énergie faut-il à un satellite géostationnaire pour atteindre son orbite ?

Question pendant l'exercice sur la position du satellite (sur l'équateur) et est-ce que tous les satellite ont un mouvement en 2D ?

<u>Données :</u>

- Masse du satellite : $m = 500$ kg
  Masse de la Terre : $M = 6.10^{24}$ kg
- Constante de gravitation : $G = 6{,}67.10^{-11}$ usi.

Exo 17b p45 - 1610251



1°) Th. de Gauss : $\Phi_E = \oiint_{\Sigma} \vec{E}(M) \cdot \vec{dS_M} = E \times 4\pi r^2 = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ où $Q_{int} = \sigma_0 \times 4\pi R_1^2$

$\Rightarrow E \times 4\pi r^2 = \frac{\sigma_0 4\pi R_1^2}{\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{\sigma_0 R_1^2}{\varepsilon_0 r^2}}$

2°) $\frac{\delta \mathcal{E}}{d\tau} = u = \varepsilon_0 E^2/2$ où $d\tau = 4\pi r^2 dr$

$\Rightarrow \mathcal{E} = \int_{r=R_1}^{\cancel{R_2}\,\infty} \frac{\varepsilon_0}{2} \times \left(\frac{\sigma_0^2 R_1^4}{\varepsilon_0^2 r^4}\right) \times 4\pi r^2 dr = \frac{\sigma_0^2 R_1^4 2\pi}{\varepsilon_0} \int_{R_1}^{\cancel{R_2}\,\infty} \frac{dr}{r^2} = \frac{2\pi \sigma_0^2 R_1^4}{\varepsilon_0} \times \frac{1}{R_1}$

$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = \frac{2\pi \sigma_0^2 R_1^3}{\varepsilon_0}}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

b– Exercice 2 : Décharge entre deux sphères

Une sphère S_1 (de rayon R_1), dans une sphère S_2 (de rayon R_2), porte seule la charge de densité surfacique σ_0 à $t < 0$.

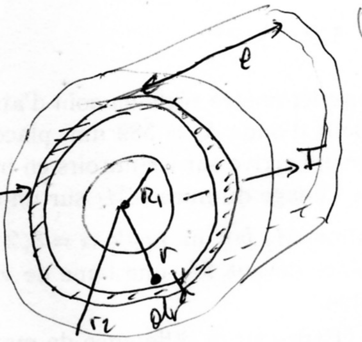
À $t = 0$, le gaz isolant entre les deux sphères est ionisé ; la densité σ_1 de S_1 et la densité σ_2 de S_2 changent.

1. Calculer le champ E à $t < 0$.
2. Calculer l'énergie.
3. *Il y avait au moins 5 ou 6 questions au total, mais je ne m'en rappelle plus.*

Ex 2a p 45 - 1610253

- $\delta C = \varepsilon_0 \dfrac{S}{dr} = \varepsilon_0 \times \dfrac{2\pi r \ell}{dr}$
- Condensateurs en série $\Rightarrow \dfrac{1}{C_{eq}} = \sum_i \dfrac{1}{C_i} =$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \int_{r=R_1}^{R_2} \frac{dr}{2\pi\varepsilon_0 \ell r} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0 \ell} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \Rightarrow \boxed{C_{eq} = \frac{2\pi\varepsilon_0 \ell}{\ln(R_2/R_1)}}$$

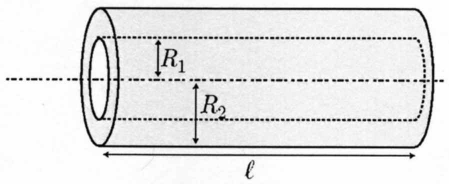


IV- MINES-TELECOMS (2025)

2– Électromagnétisme, mécanique (Bennour, 2025)

a– Exercice 1 : Capacité d'un câble coaxial

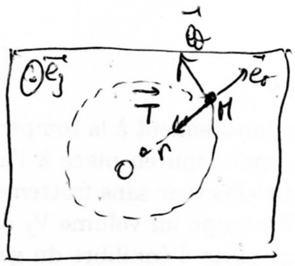
Un cylindre évidé conducteur, compris entre les rayons R_1 et $R_2 > R_1$, forme un condensateur :



Exprimer sa capacité pour un courant radial (dirigé de l'axe vers l'extérieur).

Eas 26 p 45 - 1610254

(22)



1) En $r=r_0$: $\boxed{\mathcal{E}_{c0}=\frac{1}{2}m v_0^2}$

• $\boxed{\vec\sigma_0 = \vec{OM}\wedge m\vec v_0 = r_0 \times m v_0 \vec e_z}$ où $v=r\omega$

$\Rightarrow \boxed{\vec\sigma_0 = m r_0^2 \omega_0 \vec e_z}$

2) $\boxed{\vec\sigma = \vec{cte} \Rightarrow \text{(force centrale)}} \Rightarrow m r_0^2\omega_0 = m r_1^2\omega_1 \Rightarrow \boxed{\omega_1 = \frac{r_0^2}{r_1^2}\omega_0}$

3) 1ère méthode : $\Delta\mathcal{E}_c = W_T$ avec $\mathcal{E}_{c1}=\frac{1}{2}m v_1^2$ et $\sigma=cte \Rightarrow m r_0 v_0 = m r_1 v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{r_0}{r_1}v_0$

$\Rightarrow \mathcal{E}_{c1} = \frac{1}{2} m \frac{r_0^2}{r_1^2} v_0^2$

$\Rightarrow \boxed{W_T = \mathcal{E}_{c1}-\mathcal{E}_{c0} = \frac{1}{2} m v_0^2\left(\frac{r_0^2}{r_1^2}-1\right)}$

2e méthode : $\delta W_T = \vec T\cdot d\vec r$ avec $\begin{cases}\vec T = -T\vec e_r \\ d\vec r = dr\,\vec e_r\end{cases} \Rightarrow \boxed{\delta W_T = -T\,dr}$

• PFD $\Rightarrow m(\ddot r - r\omega^2)\vec e_r = -T\vec e_r \Rightarrow \boxed{T = m r\omega^2}$

• Conservation de σ : $\sigma_0=\sigma \Rightarrow \cancel{m} r_0 v_0 = \cancel{m} r^2\omega = \boxed{\omega = \frac{r_0 v_0}{r^2}}$

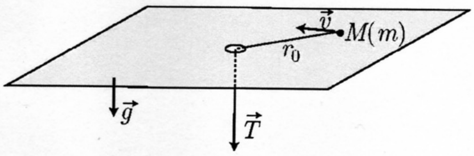
$\Rightarrow W_T = -\int_{r_0}^{r_1} T\,dr = -\int_{r_0}^{r_1} m r\times\left(\frac{r_0^2 v_0^2}{r^4}\right)dr = m v_0^2 r_0^2 \int_{r_0}^{r_1} -\frac{dr}{r^3} = m v_0^2 r_0^2\left[\frac{1}{2}\times\frac{1}{r^2}\right]_{r_0}^{r_1}$

$= \frac{1}{2} m v_0^2\times r_0^2\left(\frac{1}{r_1^2}-\frac{1}{r_0^2}\right) \Rightarrow \boxed{W_T = \frac{1}{2} m v_0^2\left(\frac{r_0^2}{r_1^2}-1\right)}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

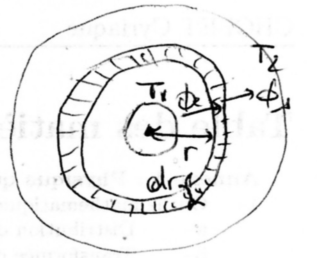
b– Exercice 2 : Étude d'une force centrale

On considère une bille accrochée à un fil, en mouvement circulaire uniforme sur un plan, avec une vitesse initiale $\vec v_0$ et une vitesse angulaire initiale ω_0.



1. Donner l'énergie cinétique et le moment cinétique en O de la bille située en M.
2. Quelles sont les grandeurs qui se conservent, en tirant sur le fil de sorte à avoir une longueur $r_1 < r_0$. Exprimer ω_1.
3. Exprimer le travail de $\vec T$ lors de l'opération.

Exo 3 p45 - 1710251.



1°) • $\Phi_e = \dfrac{\delta Q_e}{dt} = j(r,t) \times 4\pi r^2 = 4\pi \times f(r,t) \,/\, f(r,t) = r^2 j(r,t)$

• $\Phi_s = j(r+dr,t) \times 4\pi (r+dr)^2 = 4\pi \times f(r+dr,t) = 4\pi \left[f(r,t) + dr \dfrac{\partial f}{\partial r}\right]$.

$\Rightarrow \Phi_e - \Phi_s = -4\pi dr \dfrac{\partial}{\partial r}[r^2 j] \,/\, j(r,t) = -\lambda \dfrac{\partial T}{\partial r}$.

$\Rightarrow \Phi_e - \Phi_s = 4\pi \lambda dr \dfrac{\partial}{\partial r}\left[r^2 \dfrac{\partial T}{\partial r}\right]$

• $C \dfrac{dU}{dt} = \Phi_e - \Phi_s = 0$ en régime permanent.

$\Rightarrow \dfrac{d}{dr}\left(r^2 \dfrac{dT}{dr}\right) = 0 \Rightarrow \dfrac{dT}{dr} = \dfrac{-a}{r^2} \Rightarrow \boxed{T(r) = \dfrac{a}{r} + b} \Rightarrow T_1 = \dfrac{a}{R_1} + b \Rightarrow b = T_1 - \dfrac{a}{R_1}$

$\Rightarrow T(r) = T_1 + a\left(\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{R_1}\right)$

• $T(R_2) = T_2 \Rightarrow T_2 = T_1 + a\left(\dfrac{1}{R_2} - \dfrac{1}{R_1}\right) \Rightarrow a = (T_2 - T_1) \times \dfrac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} \Rightarrow \boxed{T(r) = T_1 + (T_2 - T_1)\dfrac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}\left(\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{R_1}\right)}$

2°) $\delta R_{th} = \dfrac{1}{\lambda} \dfrac{dr}{4\pi r^2} \Rightarrow R_{th} = \dfrac{1}{4\pi\lambda} \displaystyle\int_{R_1}^{R_2} \dfrac{dr}{r^2} \Rightarrow \boxed{\dfrac{1}{4\pi\lambda}\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right) = R_{th}}$

3°) Régime permanent $\Rightarrow \dfrac{dS}{dt} = 0 \Rightarrow S_{cr} = -S_{ech}$, avec : $\dfrac{\delta S_{ech}}{dt} = \dfrac{\Phi_1}{T_1} - \dfrac{\Phi_2}{T_2}$

où $\Phi_1 = \Phi_2 = C^{te}$ (notée Φ) et $T_1 - T_2 = R_{th}\Phi \Rightarrow \Phi = \dfrac{T_1 - T_2}{R_{th}}$.

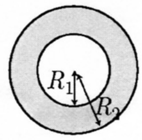
$\Rightarrow \dfrac{S_{ech}}{\Delta t} = \cancel{\Phi} \times \left(\dfrac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right) \times \dfrac{T_1 - T_2}{R_{th}} \Rightarrow \cancel{\dfrac{S_{ech}}{\Delta t}} \cancel{\Rightarrow \Phi} \boxed{\dfrac{S_{ech}}{\Delta t} = \dfrac{(T_1 - T_2)^2}{R_{th} T_1 T_2}}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

3– Thermodynamique, mécanique (Izelfanane, 2025)

a– Exercice 1 : Diffusion thermique dans une sphère

Un conducteur thermique homogène est compris entre deux sphères de rayons R_1 et $R_2 > R_1$.



1. Établir l'expresson de $T(r)$ en régime permanent.
2. Trouver l'expression de la résistance thermique R_{th}.
3. Trouver l'entropie créée par le système.