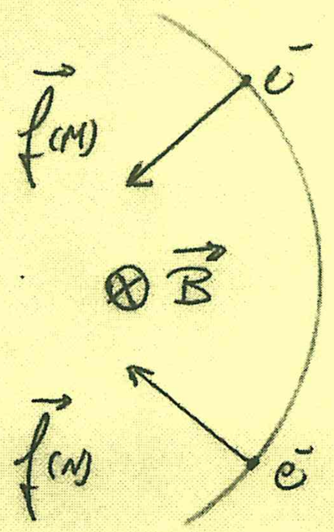
Solution modèle

1. Mouvement dans un champ magnétique

a)



Coordonnées de $\vec{f}$ dans la base de Frenet:

$$\vec{f} = f_T \cdot \vec{T} + f_N \cdot \vec{N}$$

avec:
$$\begin{cases} f_T = 0 \\ f_N = |q| v B = e v B \end{cases}$$

b) Accélération de l'électron:

$$\vec{a} = \frac{\vec{f}}{m} = 0 \cdot \vec{T} + \frac{e v B}{m} \vec{N}$$

et: $$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{T} + \frac{v^2}{r} \vec{N} \quad , \quad r = \frac{d}{2}$$

d'où: $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ mouvement uniforme

et: $$\frac{v^2}{r} = \frac{e v B}{m} \Rightarrow v = \frac{e d B}{2m}.$$

c) Entre les plaques du condensateur (1):

$$\Delta E_c = e U_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 - 0 = e U_1$$

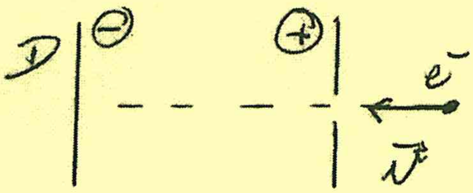
d'où: $$\underline{v} = \sqrt{\frac{2 e U_1}{m}} = \underline{8{,}39 \cdot 10^6 \text{ m/s}}.$$

Sens de $\vec{B}$: $\otimes \vec{B}$

Intensité de $\vec{B}$: $$\underline{B} = \frac{2 m v}{e d} = \underline{1{,}19 \text{ mT}}$$

d) Valeur limite de U_2:

$$\underline{U_{2max}} = U_1 = \underline{200 \text{ V}}$$



a) voir cours

b) $\ell = \frac{n}{2f}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{F}{\mu} = 4f^2\ell^2 \cdot \frac{1}{n^2}$

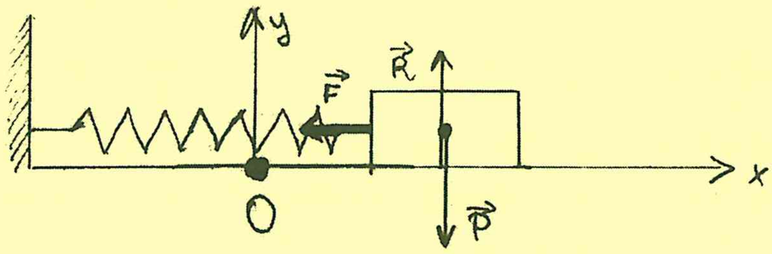
$\Rightarrow F = 4\mu f^2\ell^2 \cdot \frac{1}{n^2}$

* $n = 1 \Rightarrow F = 640\,N$
* $n = 2 \Rightarrow F = 160\,N$

c) $F \sim \frac{1}{n^2}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{si } n \times 3 \longrightarrow F/9 \\ \text{si } n \times 4 \longrightarrow F/16 \end{cases}$$

a)



$\vec{P}$: poids

$\vec{R}$: réaction

$\vec{F}$: force élastique

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$-kx = m\ddot{x}$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}x$$

b) $x(t) = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\dot{x}(t) = x_m \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\ddot{x} = -\omega_0^2 x$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 9{,}78\ s^{-1}$

$x_m = x(t=0) = 0{,}11\,m$ et $\varphi = \frac{\pi}{2}$

$x(t) = 0{,}11 \cdot \cos(9{,}78\ t)$

$k = 65\ \frac{N}{m}$

$m = 0{,}68\ kg$

c) $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 0{,}64\ s$

d) 1) $E = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} k x^2$

$= \frac{1}{2} m \cdot x_m^2 \omega_0^2 \cdot \sin^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2} k\, x_m^2 \cos^2(\omega_0 t)$ et $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

$= \frac{1}{2} k^2\, x_m^2$

$=$ cte

2) $E = 0{,}5 \cdot 65^2 \cdot 0{,}11^2\ J$

$= 25{,}6\ J$

e) $v_m = \omega x_m \approx 1{,}1\ \frac{m}{s}$

$a_m = |-\omega_0^2 x_m| = 11\ \frac{m}{s^2}$

4. Physique nucléaire

a) Équations des transformations :

$$^{137}_{55}Cs \xrightarrow{\beta^-} {}^{137}_{56}Ba^* + {}^{0}_{0}\bar{\nu} + {}^{0}_{-1}e$$

$$^{137}_{56}Ba \xrightarrow{\gamma} {}^{137}_{56}Ba + \gamma$$

b) Nombre de noyaux :

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{A_0 \cdot t_{1/2}}{\ln 2} = 8,67 \cdot 10^{13}.$$

Masse du césium :

$$\underline{m_0} = N_0 \cdot 136,9\ u = \underline{1,97 \cdot 10^{-11}\ kg}.$$

c) Activité à la rentrée 2014 :

$$\underline{A} = A_0\, e^{-\ln 2\, t/t_{1/2}} = \underline{45,9\ kBq}$$

L'activité n'est plus que 25 % de l'activité initiale après $2 \cdot t_{1/2} \approx 60$ ans, donc à la rentrée 2060.

d) Longueur d'onde :

$$\frac{hc}{\lambda} = E_c - E_a$$

$$\Rightarrow \underline{\lambda} = \frac{hc}{E_c - E_a} = \underline{1,87 \cdot 10^{-12}\ m}.$$

a) voir cours

b) Un passager pourra mesurer la durée du trajet Terre-Lune grâce à une montre : il mesurera le temps propre.

c) La longueur au repos sera mesurée dans le référentiel de la Terre (ou Lune...). Les passagers mesureront une longueur en mouvement donc la distance Terre-Lune rétrécit dans le référentiel de la navette

d) Par le centre de contrôle : $\Delta t_{impropre} = \dfrac{L_{repos}}{v} = 8{,}54\ s$

Par les passagers : $\Delta t_{propre} = \dfrac{L_{mvt}}{v} = \dfrac{L_{repos}\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}{v} = 8{,}45\ s$

Différence des durées :

$$\Delta(\Delta t) = \Delta t_{impropre} - \Delta t_{propre}$$

$$= \frac{L_{repos}}{v}\left(1-\sqrt{1-(\tfrac{v}{c})^2}\right)$$

$$= \frac{3{,}84\cdot 10^8}{0{,}15\cdot 3\cdot 10^8}\left(1-\sqrt{1-0{,}15^2}\right)$$

$$= 9{,}65\cdot 10^{-2}\ s$$

$$= 96{,}5\ ms$$

e) $v' > v$ et $L_{mvt} = L_{repos}\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}$

$\Rightarrow$ si $v \nearrow$ alors $L_{mvt} \searrow$

donc $L'_{mouvement} < L_{mouvement}$

Les passager de la NGV vont parcourir une distance plus courte dans leur référentiel que ceux de la navette ordinaire.