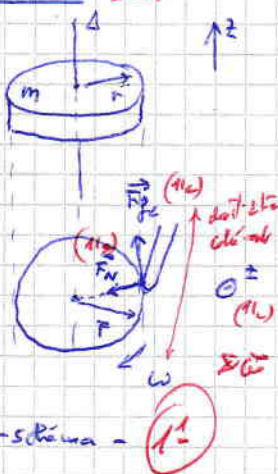


Problème 1 10pts

(a) 6.5



• vitesse de rotation angulaire $\omega = \frac{\omega_0}{60} 2\pi = \frac{\omega_0 \pi}{30}$ (1) uniquement pour la valeur

• moment d'inertie $I = \frac{1}{2} m r^2$ (cylindre)

• 2^{ème} loi de Newton pour la rotation

$\sum \vec{M} = I \vec{\alpha}$ (1L) car $\vec{\alpha}$: accélération de freinage $\vec{\alpha} \parallel \vec{\omega}$

$\vec{r} \times \vec{F}_{fc} = I \vec{\alpha}$ (1) ou explications

Composante sur z : $r F_{fc} = I \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{r F_{fc}}{I}$ (1L)

• calcul de F_{fc}

$F_{fc} = \mu_c F_N$ (1.5)

• expression littérale de α :

$\alpha = \frac{r \mu_c F_N}{\frac{1}{2} m r^2} = \frac{2 \mu_c F_N}{m r}$ (1.5) en résultat final

• cinématique de la rotation : explication signe + composante

$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t} = \frac{-\omega_i}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\omega_i}{\alpha}$
 $\Delta t = \frac{\frac{\omega_0 \pi}{30} \cdot m r}{2 \mu_c F_N}$ (2) réponse littérale

• réponse numérique : $\Delta t = \frac{2413 \cdot \pi}{30} \cdot \frac{3,015 \cdot 0,102}{2 \cdot 0,71 \cdot 10,9} = 5,05$ (1L)

(b) • 2^{ème} loi de Newton pour la rotation :

(2.5) $\sum \vec{M} = I \vec{\alpha}$ (1L)

$\vec{M}$ et $\vec{\alpha}$ ont même direction, ainsi que $\vec{\omega}$

• sur z , en composante : $M = I \alpha$

$\alpha = \frac{M}{I} = \frac{M}{\frac{1}{2} m r^2}$ (1) explication signe + composante

• cinématique de la rotation

$\Delta \theta = \frac{1}{2} \alpha \Delta t^2 + \omega_i \Delta t = \frac{1}{2} \frac{M}{\frac{1}{2} m r^2} \Delta t^2 + \frac{\omega_0 \pi}{30} \Delta t$
 $\Rightarrow n = \left(\frac{M}{m r^2} \Delta t^2 + \frac{\omega_0 \pi}{30} \Delta t \right) \frac{1}{2\pi}$ (1.5) réponse littérale (-1.5) si on le veut (n: nombre de tours effectués)

• réponse numérique : $n = \left(\frac{2,5}{3,015 (0,102)^2} \cdot 10,0^2 + \frac{2413 \cdot \pi}{30} \cdot 10,0 \right) \frac{1}{2\pi} = 1,7 \cdot 10^3$ tours (1L)

$M = I \alpha = I \cdot \frac{(\omega_f - \omega_0)}{\Delta t}$

$\frac{M \Delta t}{I} = \omega_f - \omega_0 \Rightarrow \omega_f = \frac{M \Delta t}{I} + \omega_0$

Problème 2

6 pts

Loi de Faraday:

signe "-" admettre!

(a) $|E_{eff}| = \left| \frac{d}{dt} (\vec{B} \cdot \vec{S}) \right| = \frac{d}{dt} B S \cos \alpha = B \cos \alpha \frac{d}{dt} S(t)$
 (1/2) $\uparrow$ (1/2) Faraday $\uparrow$

$$S(t) = S_0 \left(1 + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{2\pi v t}{L}\right) \right)$$

(1/2) $\downarrow$ (1/2) $\downarrow$ dériver

$$S(t) = B \cos \alpha S_0 \frac{d}{dt} \left(1 + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{2\pi v t}{L}\right) \right)$$

(2)

$$|E_{eff}| = B S_0 \cos \alpha \frac{1}{3} \frac{2\pi v}{L} \cos\left(\frac{2\pi v t}{L}\right)$$

Flux du champ

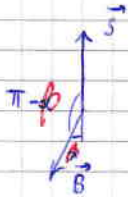
magnétique, $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B S \cos(\pi - \beta)$

$$= -B S \cos \beta$$

(1)

si pas pour l'écriture

(-1/2)



(b) $U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$, avec $\hat{U} = |E_{eff}|_{max} = B S_0 \cos \alpha \frac{1}{3} \frac{2\pi v}{L}$ (1/2) (= tension de crête)

(2) $\Rightarrow U_{eff} = \frac{2}{3\sqrt{2}} B S_0 \cos \alpha \frac{\pi v}{L}$

Calcul de la période des pas T

$$T = \frac{1}{f}$$

or $f = \frac{v}{L}$

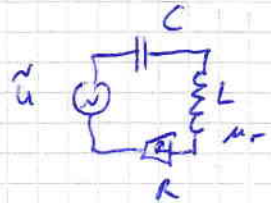
$$\Rightarrow T = \frac{L}{v}$$

d'où pas spécifier la période d'un pas 2 p.c

$\Rightarrow U_{eff} = 1,5 = \frac{2}{3\sqrt{2}} B S_0 \cos \alpha \pi \cdot \frac{1}{T}$ (1/2)

$\Rightarrow T = \frac{2 B S_0 \cos \alpha \pi}{3\sqrt{2} \cdot 1,5} = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot \frac{1}{4} \cos 17^\circ \pi}{4,5 \cdot \sqrt{2}} = 0,18 s$ (T = période de ses pas) (1/2)

Problème 3: 11,25



(a) • A la résonance, $Z = Z_0 = R$ (1/2)
 $\Rightarrow P = P_{\max} = R I_{\max}^2 = R \cdot \frac{U^2}{Z_0^2} = \frac{U^2}{R}$ (1)

• A la fréquence $f = 994 \text{ Hz}$ (1/2)
 $P = \frac{P_{\max}}{4} = \frac{U^2}{4R} = \frac{U^2}{Z^2} = R \frac{U^2}{Z^2}$ (1/2)

$P = UI \cos \varphi = UI \frac{R}{Z} = U \frac{U}{Z} \frac{R}{Z} = \frac{U^2 R}{Z^2}$

En examinant (2), on a que $\frac{1}{4R} = \frac{R}{Z^2} \Rightarrow Z = 2R$ (1/2)

De l'expression générale de l'impédance d'un circuit RLC :

$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} = 2R$; $R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 = 4R^2$ (1/2)

$\left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} \right)^2 = 3R^2$; $2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} = \pm R\sqrt{3}$ (1/2)
 car $\sqrt{a^2} = \pm a$ (1/2)

ou si égalité de la dérivée

$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \pm R\sqrt{3} \Rightarrow L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} \pm \frac{R\sqrt{3}}{2\pi f} =$ (1)
 $\rightarrow (+) L^{(+)} = \frac{1}{(2\pi \cdot 994)^2 \cdot 3,43 \cdot 10^{-9}} + \frac{106 \cdot \sqrt{3}}{2\pi \cdot 994} = 7,50 \text{ H}$ (0,5)

$\rightarrow (-) L^{(-)} = \frac{1}{(2\pi \cdot 994)^2 \cdot 3,43 \cdot 10^{-9}} - \frac{106 \cdot \sqrt{3}}{2\pi \cdot 994} = 7,44 \text{ H}$ (0,5)

(b) le coefficient d'auto-induction L vaut $L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S_b}{l_b}$ (formulaire) (0,5)
 (même sans indiquer)

• Géométrie de la bobine :

(4/2) (1/2)
 $S_b = \pi r_b^2$ (1/2)
 $r_b = \frac{d_F}{2\pi N}$ (1/2)
 $l_b = N \cdot d_F$ (spires jointives) (1/2)

$\Rightarrow L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 \pi \cdot \left(\frac{d_F}{2\pi N} \right)^2}{N d_F} = \mu_0 \mu_r \frac{d_F^2}{4\pi N d_F} = 7,49 \text{ H}$ (1/2)

$\Rightarrow N = \mu_0 \mu_r \frac{d_F^2}{4\pi L d_F} = 4\pi \cdot 10^7 \cdot 1,00 \cdot 10^4 \cdot \frac{(30,0)^2}{4\pi \cdot 7,49 \cdot 600 \cdot 10^6} = 200$ (nombre de spires) (1/2)