MARDI 31 MARS 2020

Remarques:

- Devoir 11 pour le vendredi 3 avril :
  - 23-8 : le champ **B** est confiné à l'intérieur du solénoïde, de sorte que A est le plus petit entre l'aire du solénoïde ou l'aire du carré. Plus précisément, $A = L^2$ si $L < \frac{D}{\sqrt{2}}$ (avec D = diamètre) et $A = \pi r^2$ si $L \geq D$.
  - 23-16: le graphique donne le flux Φ_B en fonction du temps. La pente de cette droite donne la fém.
  - 23-85 (a) $\Delta\Phi_B = \Delta B \times A$ avec l'aire du cercle de rayon donné; (b) $\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ avec $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$
  - 23-32 Calculez $\mathcal{E}$ avec la loi de Faraday puis remplacez la fém dans $Q = C\mathcal{E}$
- Notes du Chapitre 32 sur le site web. Nous reviendrons au Chap 24 par la suite, si nous avons le temps.
- Les sections 23.5 et 23.9 ainsi que la page 34 de la section 23.7 seront omises

COURS: Suite du chapitre 23, à partir de la p. 17. Début du chapitre 32 si le temps le permet.

Rappel: Flux magnétique $\Phi_B = BA\cos\theta$ avec θ l'angle entre le champ magnétique **B** et le 'vecteur surface' **A** perpendiculaire à la surface et dont la grandeur est l'aire de la surface.
Loi de Faraday-Lenz: une fém est généré dans un circuit fermé (qui entoure une surface) si le flux change, selon la relation

$$\mathcal{E} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta_t}$$

On pourrait juste garder la valeur absolue, si on détermine ensuite le sens du courant avec la loi de Lenz, qui stipule que le sens du courant induit est comme suit:

- si Φ_B diminue, $\mathbf{B}_{\text{induit}}$ dans le même sens que $\mathbf{B}$,
- si Φ_B augmente, $\mathbf{B}_{\text{induit}}$ est opposé à $\mathbf{B}$,

et $\mathbf{B}_{\text{induit}}$ donne le sens de I_{induit}, selon les concepts vus à la section 22.7.

Exemple: voir examen final de 2012, question 13.

P. 17: fém de mouvement. Les charges dans la tige subissent une force $F_B = qvB$ et se séparent aux extrémités de la tige. Si la tige bouge vers le bas à vitesse v, dans quelle direction se déplace les charges positives? Cette séparation de charges cause une différence de potentiel ΔV et la séparation de charges cesse quand $F_E = F_B$. Entre les extrémités de la tige, on a alors

$$\Delta V = E\ell = \frac{F_E}{q}\ell = \frac{F_B}{q}\ell = \frac{qvB}{q}\ell = B\ell v$$

P. 18: fém de mouvement vue comme induction électromagnétique.

Comme on a vu jeudi, une tige de longueur ℓ qui se déplace à vitesse v pendant une surface d'aire $\Delta A = \ell v \Delta t$ pendant un court temps Δt. La fém induite, de Faraday-Lenz, vaut

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = \frac{B\Delta A}{\Delta t} = \frac{B\ell v \Delta t}{\Delta t} = B\ell v$$

ce qui est compatible avec la p. 17.

P. 19: Courants d'Eddy. Courants induits dans une plaque conductrice en mouvement dans un champ $\mathbf{B}$. En retour, la force magnétique sur ce courant ralentit le mouvement de la plaque.

Démonstration: https://www.youtube.com/watch?v=MglUIiBy2lQ

PP. 20 - 21: Exemples avec epoll.srv.ualberta.ca

Section 23.5, PP 22 - 24 OMIS

Section 23.6, Générateurs. PP. 25 - 29

P. 26. L'équation (23-11) est centrale pour les générateurs. (Si vous savez dériver, elle suit de $\theta(t) = \omega t$

$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt} = -N\frac{d(BA\cos(\omega t))}{dt} = -NBA\left[-\omega \sin(\omega t)\right] \quad)$$

Cette équation se prête bien à des questions avec graphiques. L'amplitude d'oscillation vaut $\mathcal{E}_0 = NBA\omega$, et la période est $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (ce qui donne ω).

P. 29, Ex. 23-43. Voir aussi l'examen final 2015, question 12.

Section 23.7. Inductance. Le but de cette section est d'aboutir à la relation (23-12):

$$\mathcal{E}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

C'est la contrepartie de $V_R = RI$ (résistances) et $V_C = \frac{Q}{C} = \frac{\int I\ dt}{C}$ (condensateurs).

(Pas besoin de lire la P. 34 car l'examen n'ira pas en détails avec de tels exemples.) L'équation (23-14) de la p. 33 vous permettra de résoudre l'**ex. 23-50 de la p. 35**:

$$L = \mu_0\frac{N^2}{\ell}A = 4\pi \times 10^{-7}\frac{640^2}{0.25}\pi(0.043)^2 = \boxed{12 \text{ mH}}$$

Section 23.8. Circuits RL. Analogue aux circuits RC de la section 21.7. Nous ne considérons ici que l'analogue de la charge (et non la décharge), en fait, ici il s'agit de la croissance du courant, qui atteint une valeur constante. (La décroissance du courant est possible, mais on ne l'étudiera pas.)

L'équation importante est (23-16) qui est représentée par le graphique de la figure 23-20. Dans ce graphique, la valeur maximale atteinte (ou aymptote horizontal) correspond à $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

Passons immédiatement aux exemples de la p. 39.

P. 39, ex. 23-88. (a) Les constantes de temps des circuits RC et RL valent respectivement $\tau_{RL} = \frac{L}{R}$ et $\tau_{RC} = RC$. Si on veut $\tau_{RL} = 2\tau_{RC}$, on a donc

$$\frac{L}{R} = 2RC \to R = \sqrt{\frac{L}{2C}} = \boxed{16.7\ \Omega}$$

(b) La constante de temps du circuit RL est donnée par

$$\tau_{RL} = \frac{L}{R} = \frac{0.025}{16.7} = \boxed{1.5 \text{ ms}}$$

P. 39, ex. 23-90(a). La relation (23-16) donne

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R}\left(1 - \exp\left(-t\frac{R}{L}\right)\right) = \frac{9}{180}\left(1 - \exp\left(-(1.2 \times 10^{-4})\frac{180}{0.031}\right)\right) = \boxed{25 \text{ mA}}$$

P. 37, valeur finale du courant dans des circuits RL. L'équation (23-16) montre qu'à $t \to \infty$, $I \to \frac{\mathcal{E}}{R}$ qui est constante. Comme, aux bornes d'une bobine d'induction, $V_L = -N\frac{dI}{dt}$, on a alors $V_L = 0$ de sorte qu'on puisse remplace la bobine par un fil conducteur.

P. 38, exemple 23-55. Il s'agit de remplacer les bobines d'induction par de simples fils conducteurs. Remarquez aussi que lorsqu'une résistance est en parallèle avec un fil (dont $R = 0$ ohm), alors le courant passe entièrement par ce fil et la résistance est coupée du circuit, ou court-circuitée.

On calcule ainsi les résistances équivalentes suivantes: $R_A = R$ (une résistance branchée à une pile), $R_B = R$ (une résistance branchée à une pile, et la résistance verticale ne compte pas car aucun courant n'y passe), $R_C = R$ (une résistance branchée à une pile, car les DEUX résistances verticales sont court-circuitées), $R_D = \frac{R}{2}$ (deux résistances en parallèle). Ainsi, on a les courants $I_A = I_B = I_C = \frac{\mathcal{E}}{R}$ et $I_D = \frac{2\mathcal{E}}{R}$. La réponse est donc D.

Section 23-9 omise.

Section 23-10 Transformateurs. Section facile et utile en pratique, car les transformateurs ont pour but de varier le voltage entre une ligne de transmission et une maison, ou une source de tension et un appareil électronique. L'ordinateur portable que vous utilisez présentement est probablement muni d'un transformateur, qui vous permet de l'utiliser dans d'autres pays (quand vous pourrez voyager, après la crise du covid-19...).

L'équation centrale est (23-22) de la p. 43 et donne les relations entre les voltages et courants dans les secteurs primaire et secondaire d'un transformateur illustré à la p. 41. Le raisonnement est à la p. 42.

Un exemple de $P_2 = \varepsilon P_1$ sera à la p. 46.

PP. 44-45. Exemples avec epoll.srv.ualberta.ca

P. 46, ex. 23-70. $V_2 = \frac{N_2}{N_1}V_1 = \frac{1}{18}120 = \boxed{6.7 \text{ V}}$

P. 46, ex. 23-73. $I_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2 = \frac{750}{25} 12 \text{ mA} = \boxed{360 \text{ mA}}$
$V_1 = \frac{N_1}{N_2} V_2 = \frac{25}{750} 4800 = \boxed{160 \text{ V}}$

P. 46, deux derniers exemples.

Exemple

$$\overset{V_p}{120\text{ V}},\ \overset{I_p}{0.5\text{ A}} \rightarrow \overset{V_s}{12\text{ V}},\ I = ?$$

$$I_s = \frac{V_p}{V_s} I_p = \frac{120}{12} 0.5 = \boxed{5\text{ A}}$$

Exemple (a) $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{2400}{120} = \boxed{20}$

(b) $P_s = \overset{90\%}{0.9} P_p \qquad P_p = \frac{P_s}{0.9} = \frac{10\text{ kW}}{0.9} \simeq \boxed{11.1\text{ kW}}$

(c) $I_p = \frac{P_p}{V_p} = \frac{11100}{2400} \simeq \boxed{4.6\text{ A}}$

$I_s = \frac{P_s}{V_s} = \frac{10000}{120} \simeq \boxed{83\text{A}}$

CHAPITRE 32 - Radiation nucléaire. La matière commence à la p. 14 après une petite introduction. Les réponses à la p. 2 sont

Exemple 1: $E = mc^2 = 1.1 \times 10^{16}$ J et $\frac{1.1\times10^{16}\ \mathrm{J}}{10^{20}\ \mathrm{J/an}} = \frac{1\ \mathrm{an}}{9090} \approx 1$ heure (car une année compte 8760 heures)'

Exemple 2: $m = \frac{E}{c^2} = \frac{Pt}{c^2} = \frac{(3.92\times10^{26})(1)}{(3\times10^{8})^2} = 4.36 \times 10^9$ kg