Université Abdelmalek Essaâdi
Faculté des Sciences de Tétouan
Département de Physique
Année : 2012/2013
SMP

جامعة عبد المالك السعدي
كلية العلوم
تطوان

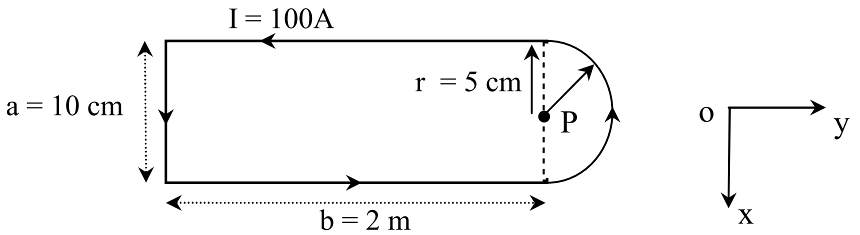
Contrôle n°1
Physique 3: Electricité II
(S3, Durée : 1h 30 min)

Exercice 1:(7 pt)

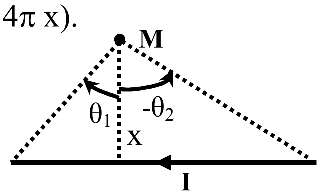
1- Rappeler l'énoncé de la loi de Biot et Savart en magnétostatique. Calculer le champ magnétique créé par une spire circulaire parcourue par un courant I en un point M de son axe à une distance z.

2- La structure de la figure 1 ci-dessous est formée par un rectangle de côtés a=10 cm et b=2m et d'une demi-spire circulaire de rayon r =5cm. La structure est placé dans le plan xoy de l'espace vide et est parcourue par un courant d'intensité I = 100A. Déterminer le champ magnétique total créé par cette structure au point P de la figure 1.

Figure 1



On donne : Le champ magnétique créé par un segment de fil parcouru par un courant I en un point M de l'espace est $B = (\mu_0 \; I \,(\sin \theta_1 + \sin \theta_2) / 4\pi x)$.



Exercice 2: (6pt)

On considère le circuit de la figure 2 ci-dessous. On suppose qu'à l'instant t = 0, où on ferme l'interrupteur K, les condensateurs sont non chargés.

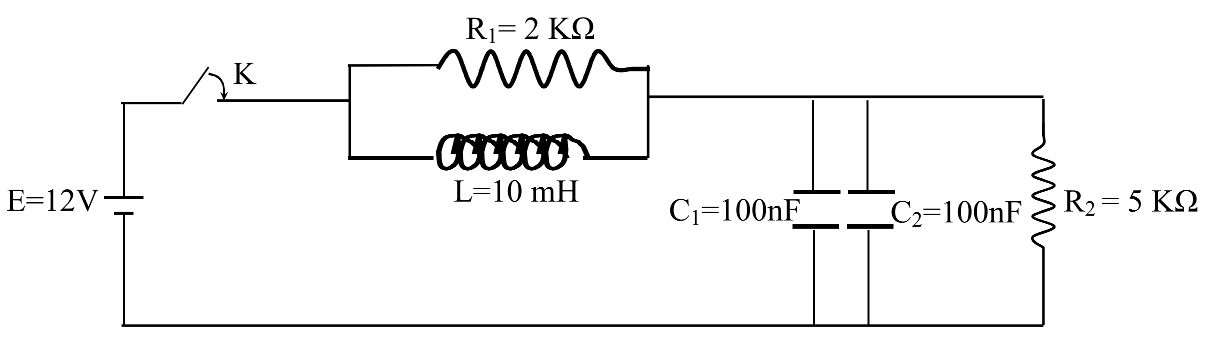


Figure 2

1- a) Rappeler le comportement qualitatif d'un condensateur et d'une bobine en régime permanent continu.

b) En déduire les valeurs suivantes:

i- les tensions aux bornes de R_1, R_2, C_1, C_2 et L.

ii- le courant dans le circuit.

iii- la puissance cédée par la source E.

iv- les puissances dissipées dans R_1 et R_2.

2- a) Rappeler le comportement qualitatif d'un condensateur et d'une bobine juste après la fermeture de l'interrupteur K.

b) En déduire le courant dans le circuit.

Exercice 3: (7 pt)

On considère le circuit de la figure 3 ci-dessous. Le dipôle AD est alimenté par une source de tension sinusoidale d'amplitude E = 155V et de pulsation ω = 400 rad/s.

1- Déterminer l'expression de l'impédance complexe Z_{AD} de ce circuit.

2- Exprimer l'inductance L en fonction de R, C et ω pour que le dipôle AD soit équivalent à une résistance pure R_{eq}. Calculer L ainsi que R.

3- Exprimer puis calculer alors l'amplitude I de l'intensité i(t).

4- Exprimer puis calculer les amplitudes U_{AB} et U_{BD} des tentions $u_{AB}(t)$ et $u_{BD}(t)$.

5- Exprimer puis calculer les amplitudes I_1 et I_2 des intensités $i_1(t)$ e $i_2(t)$.

6- Déterminer la puissance moyenne consomée par le dipôle AD en fonction de R, C et ω et de l'intensité efficace de i(t).

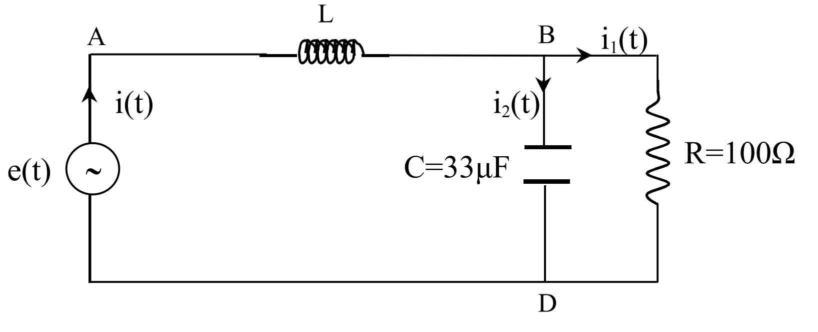


Figure 3

correction

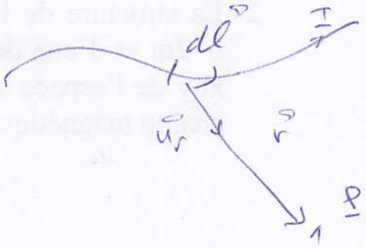
contrôle n°1 8 Janvier 2013

SMP - physique 3. Elect II

Ex (1)

1) Loi de Biot et Savart :

le chp mag créé par un élément de courant en un pt P quelconque de l'espace est :

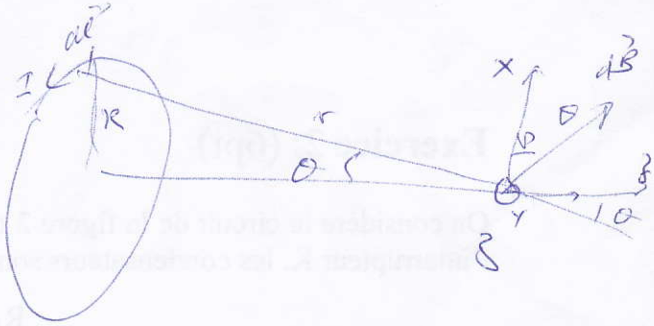


$$\boxed{\vec{dB} = \mu_0 \frac{I\,\vec{dl} \wedge \vec{u_r}}{4\pi r^2}}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,\vec{dl} \wedge \vec{r}}{r^3}$$

ou bien

chp mag créé par une spire circulaire parcourue par un courant I en un pt de son axe :



l'élet $I\,\vec{dl}$ crée en P un chp $\vec{dB}$ tq :

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I\,\vec{dl} \wedge \vec{u_r}}{4\pi r^2}$$

$$(\vec{dl}, \vec{u_r}) = \frac{\pi}{2}$$

$$|\vec{dB}| = dB = \frac{\mu_0 I |\vec{dl} \wedge \vec{u_r}|}{4\pi r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I\,dl}{4\pi r^2}$$

$$\vec{dB} = dB_r \vec{i} + dB_z \vec{k}$$

$$\vec{B} = \int \vec{dB} = \underbrace{\int dB_r \vec{i}}_{=0} + \int dB_z \vec{k} = B_z \vec{k}$$

Soit $dB_z = dB.\sin\theta = \frac{\mu_0 I\,dl}{4\pi r^2}.\sin\theta$

$$= \frac{\mu_0 I\,dl}{4\pi}\,\frac{1}{(R^2+z^2)}\,\frac{R}{\sqrt{(R^2+z^2)}}$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 I\,dl}{4\pi}\,\frac{R}{(z^2+R^2)^{3/2}} \quad \text{avec } dl = R\,d\theta$$

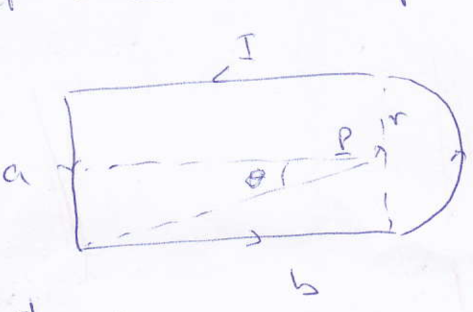
$$= \frac{\mu_0 I R^2}{4\pi (z^2+R^2)^{3/2}}\;R\,d\theta$$

$$B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{4\pi (z^2+R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$\boxed{B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{2\,(z^2+R^2)^{3/2}}}$$

$$\boxed{\vec{B} = B_z \vec{k} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2+R^2)^{3/2}}\,\vec{k}}$$

2) Structure formée par deux fils horizontaux un fil vertical et une demi-spire circulaire



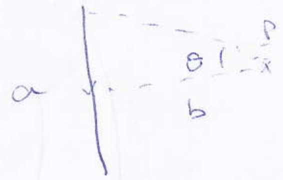
le chp total crée par cette structure est la somme des chp créés par chq partie, càd par les 3 fils et par la demi-spire,

$$\vec{B}_{tot} = \vec{B}_{fil.V} + 2\,\vec{B}_{fil.H} + \vec{B}_{demi\text{-}spire}$$

Au pt P: $\vec{B}_{demi\text{-}spire} = \frac{\mu_0 I \cancel{R^2}}{4 r^3}\,\vec{k} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{2a}\,\vec{k}}$ $\quad \left\{ \begin{array}{l} z = 0 \\ r = \frac{a}{2} \end{array} \right.$

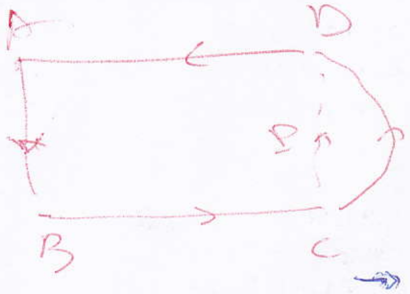
2

$$* \quad \vec{B}_{fil\_v} = \frac{\mu_0 I \sin\theta}{2\pi b}\,\vec{k}$$ (voir polycopié pages 9 et 15)



$$\text{avec } \sin\theta = \frac{a/2}{\sqrt{\frac{a^2}{4}+b^2}}$$

$$\vec{B}_{fil\_v} = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}\,\frac{a}{\sqrt{a^2+4b^2}}\,.\vec{k}$$



$a = 10$ cm

$b = 2$ m $\Big\} \Rightarrow b \gg a$

$$(a^2+4b^2) = b^2\left(4+\frac{a^2}{b^2}\right) \simeq 4b^2$$

$$\Rightarrow \vec{B}_{fil\_v} = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}\,\frac{a}{2b}\,\vec{k}$$

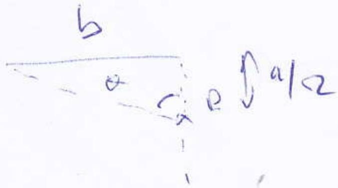
$$\boxed{\vec{B}_{fil\_v} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi b^2}\,\vec{k}}$$

$$* \quad \vec{B}_{2fil\_H} = 2\left(\frac{\mu_0 I}{4\pi\,(a/2)}\sin\theta\,.\vec{k}\right)$$

$\theta_2 = 0$

$\theta_1 = \theta$

$$\sin\theta = \frac{b}{\sqrt{\frac{a^2}{4}+b^2}} = \frac{2b}{\sqrt{a^2+4b^2}}$$



$$\sin\theta = \frac{b}{\sqrt{b^2+\frac{a^2}{4}}}$$

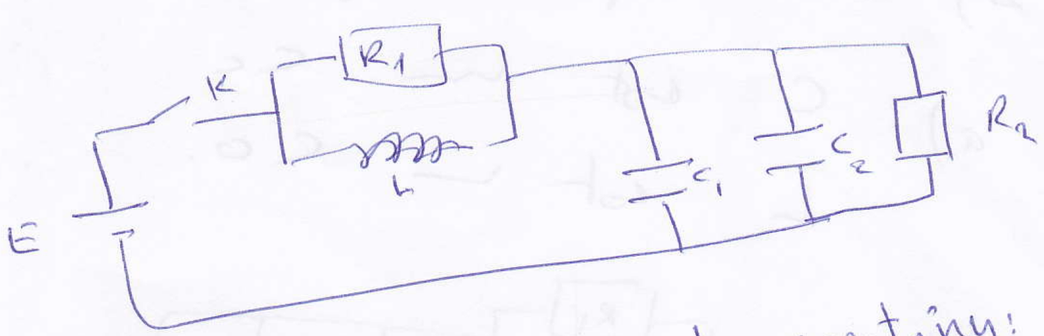
$$= \frac{\mu_0 I}{\pi a}\sin\theta\,\vec{k}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{\pi a}\,\frac{2b}{\sqrt{a^2+4b^2}}\,.\vec{k}$$

$$\boxed{\vec{B}_{2fil\_H} = \frac{\mu_0 I}{\pi a}\,\vec{k}}$$

$$\text{ainsi } \vec{B}_{tot} = \left(\frac{\mu_0 I}{2a} + \frac{\mu_0 I a}{4\pi b^2} + \frac{\mu_0 I}{\pi a}\right).\vec{k}$$

Ex 8

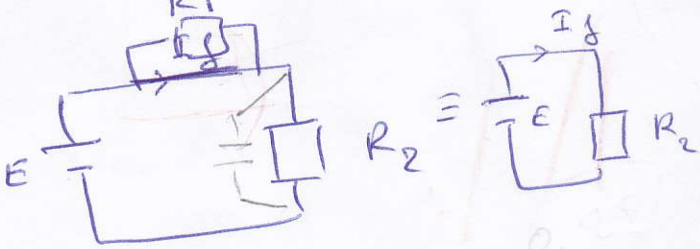


1) a) En régime permanent continu:

C se comporte comme un CO.

L se comporte comme un CC.

b) Le montage devient



i) $V_{R_1} = V_L = 0$

$V_{R_2} = E$

$V_{C_1} = V_{C_2} = V_{R_2} = E$

ii) $E = I_f R_2 \Rightarrow I_f = E / R_2$

$I_f = \frac{12}{5} = \dots$

iii) $P = E \cdot I_f = \frac{12^2}{5} = \dots$

$= \frac{E^2}{R_2}$

iv) $P_{R_2} = R_2 I_f^2 = \frac{R_2 E^2}{R_2^2} = \dots$

$= \frac{E^2}{R_2}$

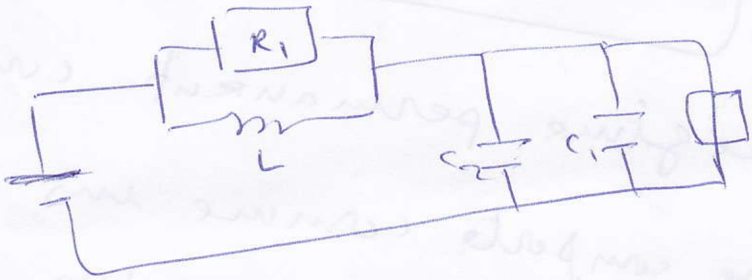
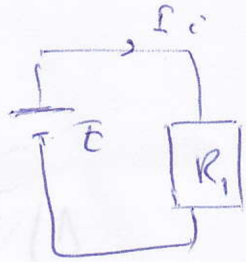
$P_{R_1} = 0$ La résistance R_1 n'est traversée par aucun courant.

4

2) Juste après la fermeture de K :

a) C est un cc

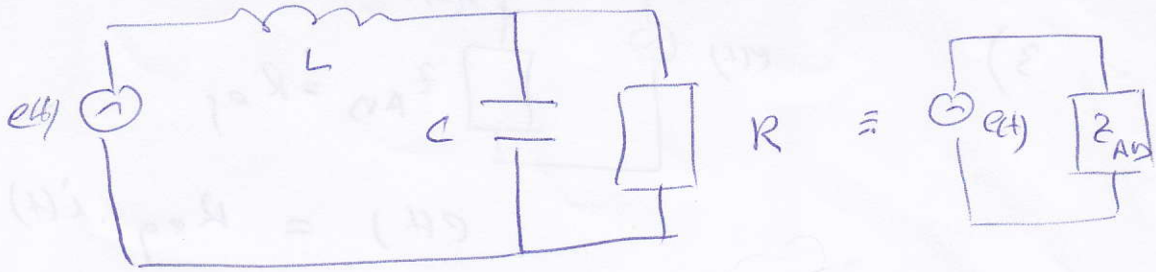
L est un co.

b)  R_2 = 

$E = R_1 I_i$

$$\boxed{I_i = \frac{E}{R_1}} = \frac{12}{2} = 6\ \text{A}$$

EX 3



1) $Z_{AD} = jL\omega + Z_C // R$

$$= jL\omega + \frac{\frac{1}{jC\omega} R}{\frac{1}{jC\omega} + R}$$

$$\boxed{Z_{AD} = jL\omega + \frac{R}{1 + jRC\omega}}$$

2) $$Z_{AD} = jL\omega + \frac{R(1 - jRC\omega)}{1 + R^2C^2\omega^2}$$

$$= jL\omega + \frac{R}{1+R^2C^2\omega^2} - j\frac{R^2C\omega}{1+R^2C^2\omega^2}$$

$$= \frac{R}{1+R^2C^2\omega^2} + j\left[L\omega - \frac{R^2C\omega}{1+R^2C^2\omega^2}\right]$$

$$= R_{eq} + j\left[L\omega - \frac{R^2C\omega}{1+R^2C^2\omega^2}\right]$$

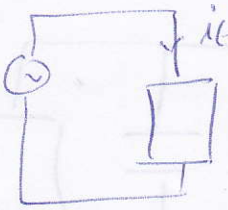
avec $\boxed{R_{eq} = \frac{R}{1+R^2C^2\omega^2} = 36,4\,\Omega}$

$Z_{AD} = R_{eq} \Rightarrow L\omega - \frac{R^2C\omega}{1+R^2C^2\omega^2} = 0$

$$\boxed{L = \frac{R^2C}{1+R^2C^2\omega^2}}$$

$= 0,12\ H$

3)



$$e(t) = R_{eq} \cdot i(t)$$

$$\Rightarrow i(t) = \frac{e(t)}{R_{eq}}$$

$$\boxed{i(t) = \frac{e(t)(1+R^2C^2\omega^2)}{R}}$$

$$\Rightarrow \boxed{I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{E(1+R^2C^2\omega^2)}{R} = 4{,}3\ A}$$

4)

$$\bar{u}_{AB}(t) = jL\omega\ \bar{i}(t)$$

$$u_{AB} = |\bar{u}_{AB}(t)| = L\omega I = 206\ V$$

et $$\bar{u}_{BD}(t) = Z_{R\parallel C}\ \bar{i}(t)$$

$$\Rightarrow U_{BD} = |\bar{u}_{BD}(t)| = \left|\frac{R}{1+jRC\omega}\right| \cdot I$$

$$\boxed{U_{BD} = \frac{RI}{\sqrt{1+R^2C^2\omega^2}}} = 260\ V.$$

5)

$$I_1 = \frac{U_{BD}}{R} = 2{,}6\ A$$

$$I_2 = \frac{U_{BD}}{\left|\frac{1}{jC\omega}\right|} = |jC\omega| \cdot U_{BD} = 3{,}A\ A.$$

6)

$$\boxed{P = R_e(Z_{AD}) \times I_e^2 = \frac{R}{1+R^2C^2\omega^2} \cdot I_e^2}$$

(si E est la val efficace →)

$$= R_{eq}\frac{E^2}{R_{eq}^2} = \frac{E^2}{R_{eq}} = \left(E^2\frac{(1+R^2C^2\omega^2)}{R}\right)$$ si on a la valeur max de I ⇒ on divise par 2.

7