Université Abdelmalek Essaâdi
Faculté des Sciences de Tétouan
Département de Physique
Année : 2013/2014
SMP

جامعة عبد المالك السعدي
كلية العلوم
تطوان

Contrôle de rattrapage
Physique 3: Electricité II
(S3, Durée : 1h)

Exercice 1: (7 pts)

1- Soit une spire plane circulaire (C) de centre o, de rayon R et d'axe x'x, placée dans le plan yoz et parcourue dans le sens trigonométrique, par un courant continu d'intensité I_1.

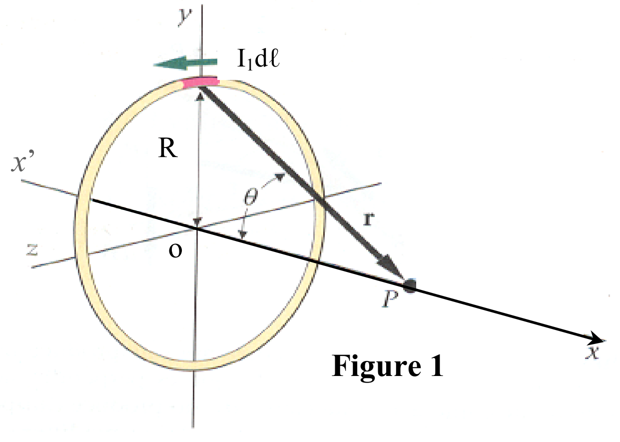


Figure 1

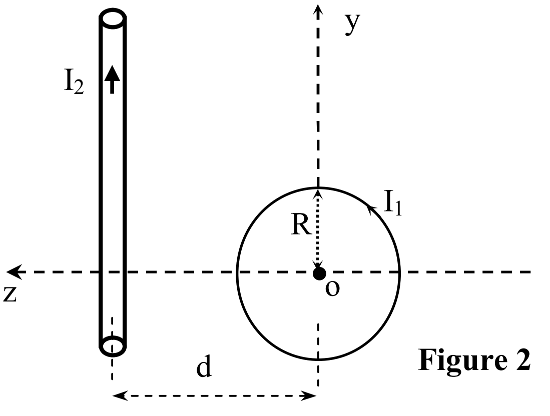


Figure 2

1- Indiquer sur la figure 1, le champ magnétique $d\vec{\mathbf{B}}_1$ créé par l'élément de courant $I_1 d\vec{\ell}$ de (C) en un point P situé sur l'axe ox de vecteur unitaire $\vec{i}$. Justifier votre réponse.

2- En utilisant la loi de Biot et Savart, montrer que le champ magnétique créé en P par la spire circulaire (C) est de la forme $\vec{B}_1 = B_0 \sin^3\theta \, \vec{i}$. Déduire l'expression de B_0.

3- On place sur l'axe oz, à une distance d de la spire (C), un fil conducteur mince et infiniment long. Le fil est orienté selon la direction de l'axe oy et est parcouru par un courant I_2. Déterminer le champ magnétique total créé par le fil et la spire au centre o du repère cartésien (yoz) (voir la figure 2).

Exercice 2: (6 pts)

La figure 3 ci-dessous donne le schéma d'un montage composé de plusieurs branches parallèles. Le circuit est alimenté par un générateur idéal de f.é.m E constante. On suppose qu'à l'instant t = 0, où on ferme l'interrupteur, le condensateur est non chargé. Déterminer la tension u et les intensités i, i_1, i_2 et i_3 dans les quatre branches :

1- Juste après la fermeture de l'interrupteur (instant $t = 0^+$),

2- Au bout d'une durée très grande ($t \to \infty$).

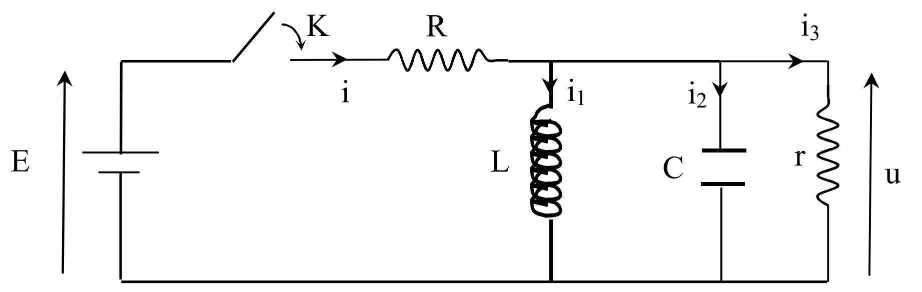


Figure 3

Exercice 3: (7 pts)

Le circuit de la figure 4 ci-dessous est alimenté par une source de tension sinusoïdale de pulsation ω.

1- Déterminer l”expression de l’impédance Z_{AD} (en fonction de Z_L , Z_C et Z_0). Dans le cas où $Z_0=Z_{AD}$ exprimer Z_0^2 en foction de L, C et ω, à quelle condition Z_0 est-elle réelle?

2- Obtenir la relation entre C, L et ω pour que l’intensité qui circule dans l’impédance Z_0 soit indépendante de Z_0.

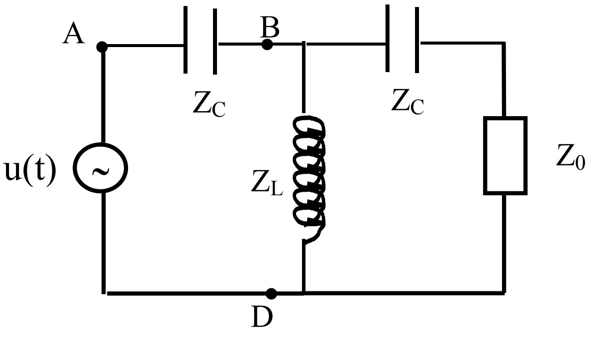
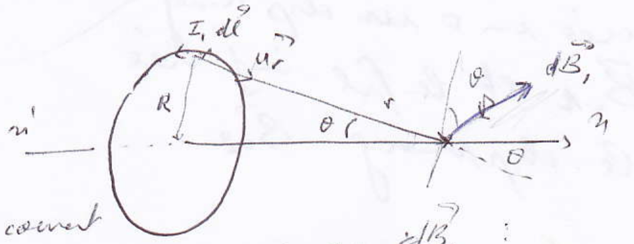


Figure 4

correction

contrôle de Rattrapage (18 Fév 2014)
SMP. Physique 3 - Elect II

Ex ①



1) D'après la loi de Biot et Savart un élt de courant $I_1 \vec{dl}$ de la spire crée en P un chp mag $\vec{dB_1}$:

$$\boxed{\vec{dB_1} = \mu_0 \frac{I_1 \vec{dl} \wedge \vec{u_r}}{4\pi r^2}}$$

2) $$|\vec{dB_1}| = dB_1 = \frac{\mu_0 I |\vec{dl} \wedge \vec{u_r}|}{4\pi r^2} \quad , (\widehat{\vec{dl}, \vec{u_r}}) = \pi/2$$

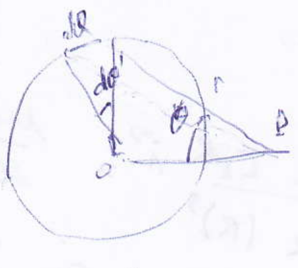
$$= \frac{\mu_0 I \, dl}{4\pi r^2}$$

$$\vec{dB_1} = dB_{1x} \vec{i} + dB_{1y} \cdot \vec{j}$$

$$\vec{B_1} = \int \vec{dB_1} = \int dB_{1x} \vec{i} + \underbrace{\int dB_{1y} \vec{j}}_{=0} = B_{1x} \vec{i}$$

B_{1x} ?

$$dB_{1x} = dB_1 \sin\theta = \frac{\mu_0 I \, dl}{4\pi r^2} \sin\theta$$



$$= \frac{\mu_0 I_1 R \, d\theta'}{4\pi r^3} R$$

$$= \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R} \frac{R^3}{r^3} d\theta'$$

$$\sin\theta = \frac{R}{r} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + OP^2}}$$

$$dB_{1x} = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R} \sin^3\theta \, d\theta'$$

$$B_{1x} = \int dB_x = \frac{\mu_0 I_1 \sin^3\theta}{4\pi R} \int_0^{2\pi} d\theta'$$

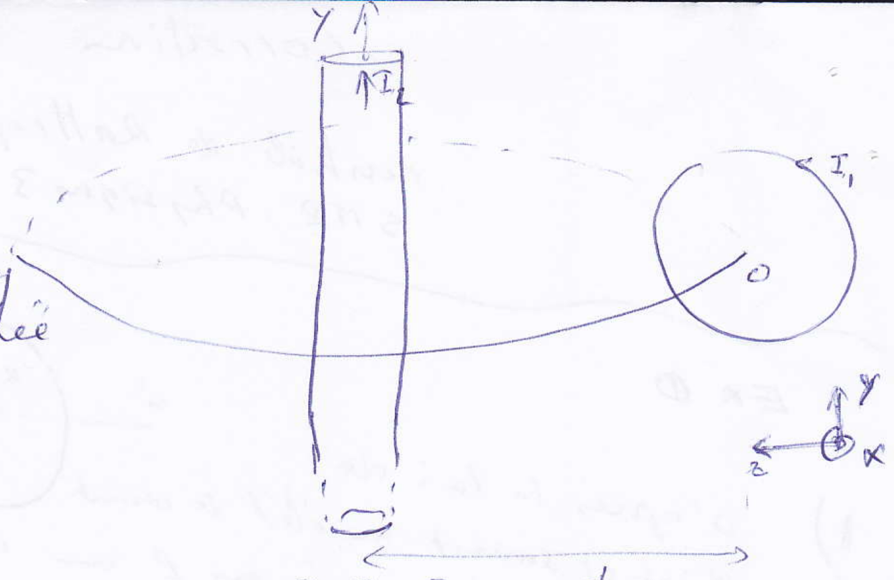
$$= \frac{\mu_0 I_1 \sin^3\theta}{4\pi R} \cdot 2\pi$$

$$\boxed{B_{1x} = \frac{\mu_0 I_1 \sin^3\theta}{2R}}$$

$$\boxed{\vec{B_1} = \frac{\mu_0 \sin^3\theta}{2R} \vec{i} = B_0 \sin^3\theta \, \vec{i} \quad \text{avec } B_0 = \frac{\mu_0 I_1}{2R}}$$

3) $\vec{B}_{tot} = \vec{B}_{01} + \vec{B}_{02}$

la spire circulaire crée en O un chp mag $\vec{B}_{01}$ et le fil inf crée le chp mag $\vec{B}_{02}$



chp mag total en O ; $\vec{B} = \vec{B}_{01} + \vec{B}_{02}$

D'après le théo d'Ampère : $\oint_{(C)} \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 \sum I$

Pour le fil infini $\oint_{(C)} \vec{B}_{02} \cdot \vec{dl}_2 = \mu_0 \sum I$ (1)

Soit (C) un cercle de rayon d ; $\vec{B}_2 \parallel \vec{dl}_2$

(1) $\Leftrightarrow \oint_{(C)} B_{02}\, dl_2 = \mu_0 I_2$

$B_{02} \oint_{(C)} dl_2 = \mu_0 I_2$; B_2 est le même en tout pt de (C)

$$\boxed{\vec{B}_{02} = -\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}\vec{i}}$$

$$\boxed{B_{02} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}}$$

le chp mag crée par le fil inf en

Or $\vec{B}_{01} = \cancel{B_0 \sin^3\theta}\,\vec{i}$

$= \frac{\mu_0 I_1}{2R} \frac{R^3}{(R^2+OP^2)^{3/2}}\vec{i}$

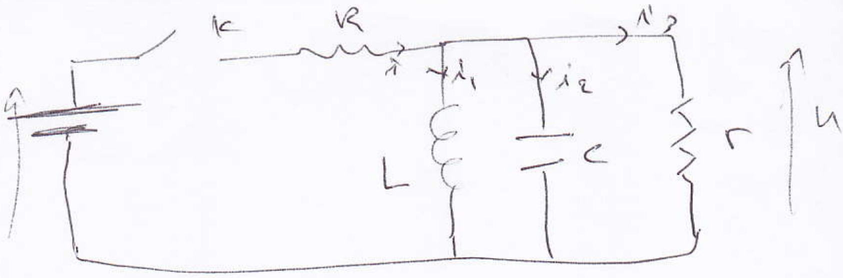
en O : $\vec{B}_1(O) = \vec{B}_{01} = \frac{\mu_0 I_1 R^3}{2R\,(R)^3}\vec{i} = \frac{\mu_0 I_1}{2R}\vec{i}$

donc $\vec{B}_{tot}(O) = \frac{\mu_0 I_1 \vec{i}}{2R} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}\vec{i}$

$$\boxed{\vec{B}_{tot}(O) = \frac{\mu_0}{2}\left(\frac{I_1}{R} - \frac{I_2}{d\pi}\right)\vec{i}}$$

$$\boxed{\vec{B}_{tot}(O) = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{\pi I_1}{R} - \frac{I_2}{d}\right)\vec{i}}$$

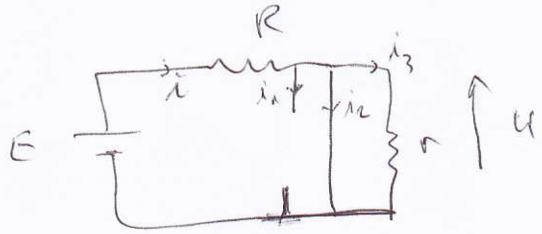
EX ②



A $t=0$, on ferme K, C est non chargé

1) juste après la fermeture de K ($t=0^+$) C est un cc
L est un c.o

le montage devient



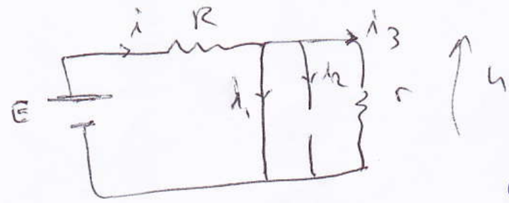
$u = 0V$, $i_1 = 0A$, $i_3 = 0A$, $i_2 = i = \frac{E}{R}$

2) En régime permanent continu ($t \to +\infty$)

C se comporte comme un c.o

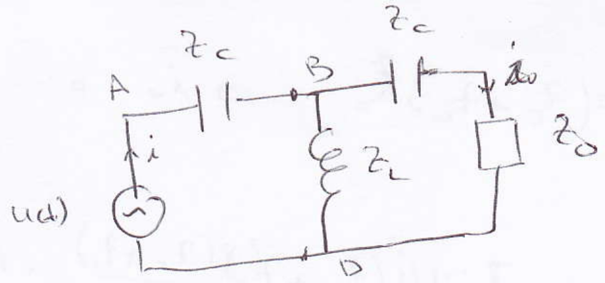
L — — cc.

le montage devient



$u = 0V$, $i_2 = 0A$, $i_3 = 0A$, $i_1 = i = \frac{E}{R}$

EX 3



1) $Z_{AD} = Z_{AB} + Z_{BD}$

$Z_{BD} = Z_L \,//\, (Z_C + Z_0)$

$$\boxed{Z_{BD} = \frac{Z_L(Z_C + Z_0)}{Z_L + Z_C + Z_0}}$$

Z_{AD} ?

$Z_{AD} = Z_{AB} + Z_{BD}$

$= Z_C + Z_{BD}$

$$\boxed{Z_{AD} = Z_C + \frac{Z_L(Z_C + Z_0)}{Z_L + Z_C + Z_0}}$$

$Z_0 = Z_{AD} \Rightarrow$

$$Z_0 = Z_C + \frac{Z_L(Z_C + Z_0)}{Z_L + Z_C + Z_0}$$

$$\cancel{Z_0 Z_L} + Z_0 Z_C + Z_0^2 = Z_L Z_C + Z_C^2 + Z_0 Z_C + Z_L Z_C + \cancel{Z_L Z_0}$$

$$\boxed{Z_0^2 = Z_C(Z_C + 2Z_L)}$$

$Z_C = \frac{1}{jC\omega}$, $Z_L = jL\omega$.

donc $Z_0^2 = \frac{1}{jC\omega}\left(\frac{1}{jC\omega} + 2jL\omega\right)$

$$\boxed{Z_0^2 = \frac{2L}{C} - \frac{1}{C^2\omega^2}}$$

Z_0 est réelle $\Rightarrow$ $\frac{2L}{C} - \frac{1}{C^2\omega^2} > 0$

$$\boxed{\omega \geq \sqrt{\frac{1}{2LC}}}$$

2) $\bar{u}_{AD} = \bar{u} = Z_{AD}\,\bar{i}$

$$= \left(Z_C + \frac{Z_L(Z_C + Z_0)}{Z_L + Z_C + Z_0}\right)\bar{i}$$

$$\bar{u}_{BD} = (Z_C + Z_0)\bar{i}_0 \Rightarrow \bar{i}_0 = \frac{\bar{u}_{BD}}{Z_C + Z_0}$$

et $\bar{u}_{BD} = Z_{BD}\,\bar{i} = \dfrac{Z_L(Z_C+Z_0)}{Z_L+Z_C+Z_0}\cdot\bar{i}$

donc $\bar{i}_0 = \dfrac{\bar{u}_{BD}}{Z_C+Z_0} = \left(\dfrac{Z_{BD}}{Z_C+Z_0}\right)\bar{i} = \left(\dfrac{Z_{BD}}{Z_C+Z_0}\right)\dfrac{\bar{u}}{Z_{AD}}$

$$= \left(\frac{Z_L(\cancel{Z_C+Z_0})}{Z_L+Z_C+Z_0}\right)\frac{1}{\cancel{Z_C+Z_0}} \cdot \frac{\bar{u}}{Z_C + \dfrac{Z_L(Z_C+Z_0)}{Z_L+Z_C+Z_0}}$$

$$= Z_L \frac{\bar{u}}{Z_C(Z_L+Z_C+Z_0) + Z_L(Z_C+Z_0)}$$

$$\bar{i}_0 = \frac{\bar{u}\, Z_L}{2Z_LZ_C + Z_C^2 + Z_0(Z_C+Z_L)}$$

$\bar{i}_0$ est indépendant de $Z_0 \Rightarrow Z_L + Z_C = 0$

$$\Rightarrow jL\omega - \frac{j}{C\omega} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{LC\omega^2 = 1}$$