UNIVERSITÉ LIBANAISE
Faculté des Sciences
Section 3

عبد الرحمن كزاز

P1101
Dr. Véra Macary
Solution des finaux

الجامعة اللبنانية
كلية العلوم
الفرع الثالث

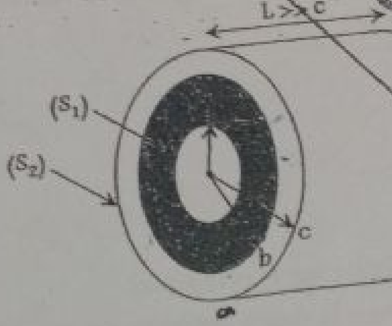
Cours : P1101
Durée : 2 heures

Année : 2015-2016
Examen : 2ème session

تقدمة شباب العزم

Toutes les figures doivent être dessinées sur le propre de nouveau.

Exercice I : (15 points)



Soit un conducteur cylindrique plein (S_1) de rayon (a) et portant une charge (+Q) comme le montre la figure ci-contre. Un autre conducteur cylindrique mais creux (S_2), de rayons interne (b) et externe (c), avec une longueur (L>>c), et d'axe confondu avec celui du conducteur (S_1), contient initialement une charge (+Q). Les deux conducteurs sont séparés par du vide.

1) Calculer par influence électrostatique, la distribution des charges sur les conducteurs (S_1) et (S_2).

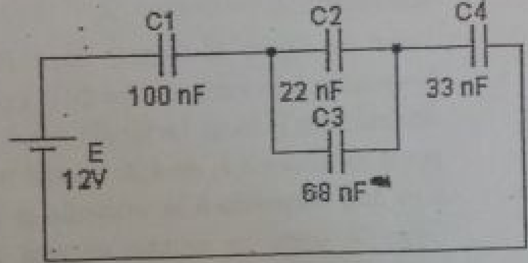
2) En appliquant le théorème de Gauss, trouver le champ électrique $\overline{E}$ en tout point de l'espace.

3) On relie le conducteur (S_1) à la terre. Donner :

a- la charge et le potentiel du conducteur (S_1).

b- le champ électrique en tout point de l'espace.

Exercice II : (15 points)

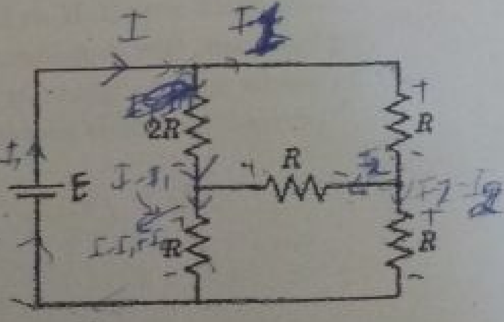


1) Trouver la capacité équivalente du circuit ci-contre.

2) Calculer la charge et la tension aux bornes de chaque condensateur dans le circuit.

3) En déduire l'énergie emmagasinée dans le condensateur C_1 et C_4.

Exercice III : (20 points)



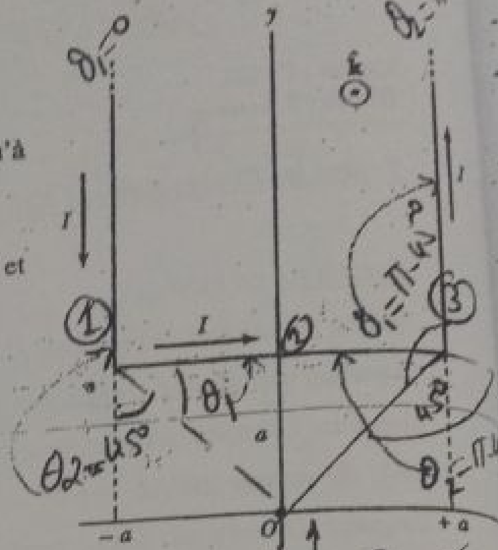
En appliquant la loi des nœuds et la loi des mailles, calculer le courant qui circule dans chaque branche du circuit ci-contre.

TSVP →

Exercice IV : *(20 points)*

Un cadre, parcouru par un courant **I**, s'étend jusqu'à l'infini comme le montre la figure ci-contre.

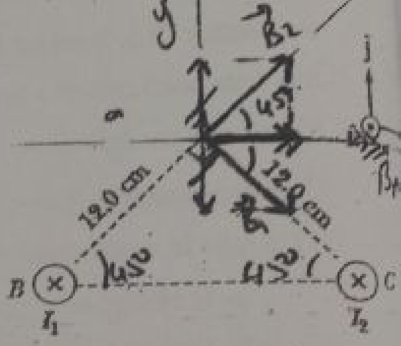
Déterminer le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ (module et direction) à l'origine **O** en fonction de **I** et **a**.



Exercice V : *(15 points)*

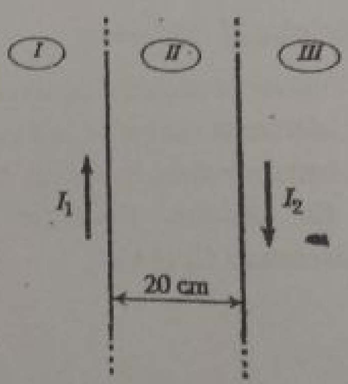
Dans la figure ci-contre, on considère deux fils, infiniment longs, parcourus par le même courant **($I_1 = I_2 = 4A$)**. Les deux fils sont placés aux sommets **B** et **C** d'un triangle rectangle **ABC**. Les deux courants sont dirigés suivant $(-\vec{k})$.

Trouver le champ magnétique résultant $\vec{B}$ au sommet **A** en fonction des vecteurs unitaires $\vec{i}$ et $\vec{j}$.



Exercice VI : *(15 points)*

Dans la figure ci-contre, deux fils, infiniment longs, sont suspendus à la verticale. Le fil **(1)** porte un courant I_1 de **1,5 A** orienté vers le haut. Le fil **(2)**, situé à **20 cm** à droite du fil **(1)**, porte un courant I_2 de **4 A** orienté vers le bas. Un troisième fil doit être suspendu à la verticale et placé à un endroit tel que, lorsqu'il porte un certain courant I_3, la force résultante sur chaque fil due aux deux autres courants est nulle.



1) Dans quelle zone (**I, II** ou **III**) faut-il placer le troisième fil ? Expliquer sans faire de calcul.

2) Calculer la distance entre le fil **(1)** et le fil **(3)** et celle entre le fil **(2)** et le fil **(3)**.

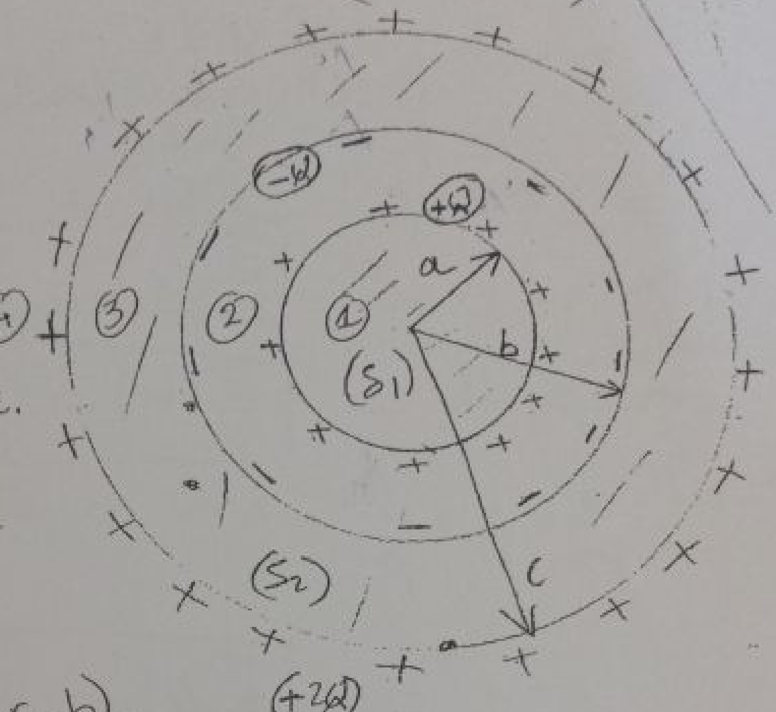
3) Trouver le module du courant I_3 et sa direction (vers le haut ou vers le bas).

Bonne Chance

Solution 2ème session P1101 (2015-2016)

- ex1 :

S_1 est un conducteur
> (+Q) sur sa surface
(r=a)
2 est un conducteur aussi.
i porte par influence
ne charge (-Q) sur
sa surface interne (r=b).



omme (S_2) contient (+Q), et (S_2) étant un
conducteur isolé, alors sur la surface extérieur
r=c) il doit porter une charge (+2Q).

2) Th. de Gauss, $\Phi_{\Sigma_G} = \oiint_{\Sigma_G} \vec{E}\cdot\vec{ds} = \frac{\sum q_{int \, à \, \Sigma_G}}{\varepsilon_0}$.

pour $r < a$; $q_{int} = 0$ (pas de charges) $\Rightarrow \boxed{\vec{E}_1(r) = \vec{0}}$

pour $a < r < b$; par sym (élec. et géom.) le champ $\vec{E}$ est radial : $\vec{E}(r) = E(r)\,\vec{u}_r$.

prend donc la surface de Gauss Σ_G un cyl.

$\Phi = E(r) \oiint_{\Sigma_G} ds$

$\boxed{\vec{E}_2(r) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0 L}\frac{Q}{r}\vec{u}_r}$.

* $r = a$ $\boxed{\vec{E}(a) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0 L} \frac{Q}{a} \vec{u}_r}$ (obtenu, par continuité à partir de $\vec{E}_2(r)$)

* $b < r < c$ $Q_{int} = Q - Q = 0$

$\Rightarrow \boxed{\vec{E}_3(r) = \vec{0}}$

* $r = b \Rightarrow$ $\boxed{\vec{E}(b) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0 L} \frac{Q}{b} \vec{u}_r}$ (par continuité à partir de $\vec{E}_2(r)$)

pour $r > c$: $\boxed{\vec{E}_4(r) = \frac{1}{\pi\varepsilon_0 L} \frac{Q}{r} \vec{u}_r}$

pour $r = c$: $\boxed{\vec{E}(r) = \frac{1}{\pi\varepsilon_0 L} \frac{Q}{c} \vec{u}(r)}$ (obtenu à partir de $\vec{E}_4$ par continuité)

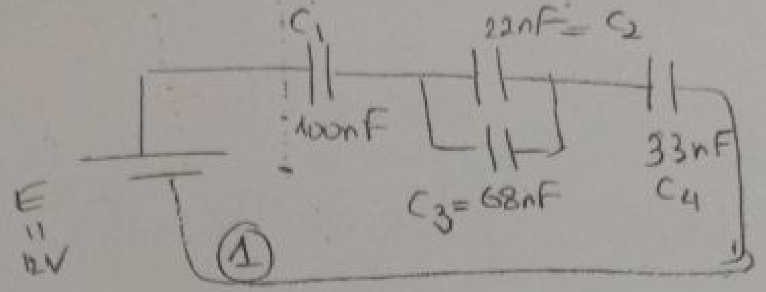
3) a) (S_1) étant mis au sol alors sa charge devient nulle, et son potentiel égal à celui de la terre : $V_{S_1} = V_0 = 0$

b) $r < c$ $\boxed{\vec{E}(r) = \vec{0}}$

$r \geq c$ $\boxed{\vec{E}(r) = \frac{1}{\pi\varepsilon_0 L} \frac{Q}{r} \vec{u}_r}$.

③

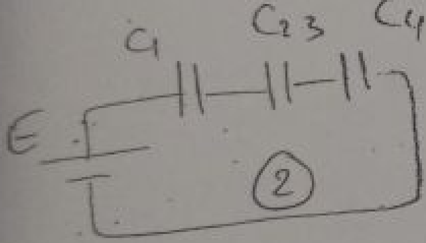
Ex 2 :

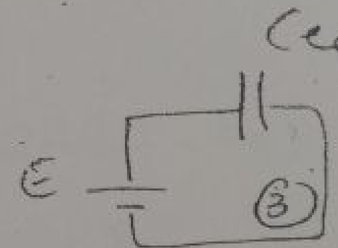


C_2 et C_3 sont montés en dérivat° (en //) $\Rightarrow C_{23} = C_2 + C_3$ ②
$= 22 + 68$
$= 90nF$.

C_1, C_{23} et C_4 sont monté en série : $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4}$.

③ $\Rightarrow \boxed{C_{eq}} = 19.45nF$





$Q_{eq} = C_{eq} E = 19.45 nF \times 12 = 233.4nC$.

$Q_{eq} = Q_1 = Q_4 = Q_{23}$ car les 3 condensateurs sont en série

$Q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{233.4nC}{100nF} = 2,334\,V$

$V_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{233.4nC}{33nF} = 7.073\,V$

$V_{23} = \frac{Q_{23}}{C_{23}} = \frac{233.4nC}{90nF} = 2.593V$. ou $V_{23} = 12 - V_1 - V_4 = 2.593V$

$Q_2 = C_2 V_2$ $(V_{23} = V_2 = V_3)$ donc $Q_2 = 22nF \times 2593 = 57.05\,nC$

$\underline{Q_3} = Q_{23} - Q_2 = 233.4 - 57.05 = 176.35\,nC$

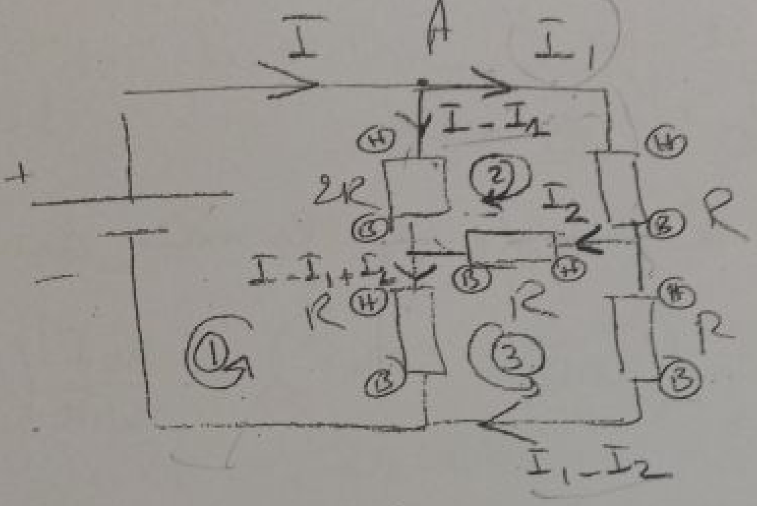
$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2}(100\,10^{-9})(2334)^2 = 2.72\,10^{-7}$

$= 0.272\,\mu J$

$U_4 = \frac{1}{2} C_4 V_4^2 = \frac{1}{2}(33\,10^{-9})(7073)^2 = 8.25\,10^{-7}$

$= 0.825\,\mu J$

Ex3 :



1) $E - R(I - I_1 + I_2) - 2R(I - I_1) = 0$

$E = 3RI - 3RI_1 + RI_2$ (1)

2) $RI_1 + RI_2 - 2R(I - I_1) = 0$

$-2RI + 3RI_1 + RI_2 = 0$ (2)

3) $R(I - I_1 + I_2) - R(I_1 - I_2) + RI_2 = 0$

$RI - 2RI_1 + 3RI_2 = 0$ (3)

(2) + (3) $\times 2 \Rightarrow -I_1 + 7I_2 = 0$ $\boxed{I_1 = 7I_2}$ ds (3)

$\cancel{R}I - 2\cancel{R}(7I_2) + 3\cancel{R}I_2 = 0 \Rightarrow \boxed{I = 11 I_2}$

1) $\rightarrow 33 I_2 - 21 I_2 + I_2 = E/R \Rightarrow \boxed{I_2 = \frac{E}{13R}}$

$\boxed{I_1 = \frac{7E}{13R}}$ et $\boxed{I = \frac{11E}{13R}}$

ex4 :

$$\vec{B}_0 = \vec{B}_{①} + \vec{B}_{②} + \vec{B}_{③}$$ 1.

$\vec{B}_1 = B_1 \vec{k}$ règle de la main droite ⊙

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(\cos 0° - \cos 45°\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$\vec{B}_2 = B_2(-\vec{k})$ règle de la main droite ⊗

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(\cos 45° - \overbrace{\cos(\pi - 45°)}^{-\cos 45°}\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cancel{2}\frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$$

$\vec{B}_3 = B_3 \vec{k}$ règle de la main droite : ⊙

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(\overbrace{\cos(\pi - 45°)}^{-\cos 45°} - \overbrace{\cos \pi}^{-1}\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$$\vec{B}_0 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\vec{k} + \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\sqrt{2}(-\vec{k}) + \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\vec{k}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\left(1 - \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{2}}\right)\vec{k} - \cancel{\frac{\mu_0 I}{4\pi a}\sqrt{2}\vec{k}} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\vec{k}}$$

Ex5 :

directᵗᵒ de $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$: règle de la main droite (voir fig. examen)

$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ m̄ courant $I_1 = I_2 = I$

m̄ $a = 12\,cm$.

$\vec{B}_A = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 2B_1 \cos 45° \vec{i}$ (voir géométrie de la fig.)

$= 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{i}$

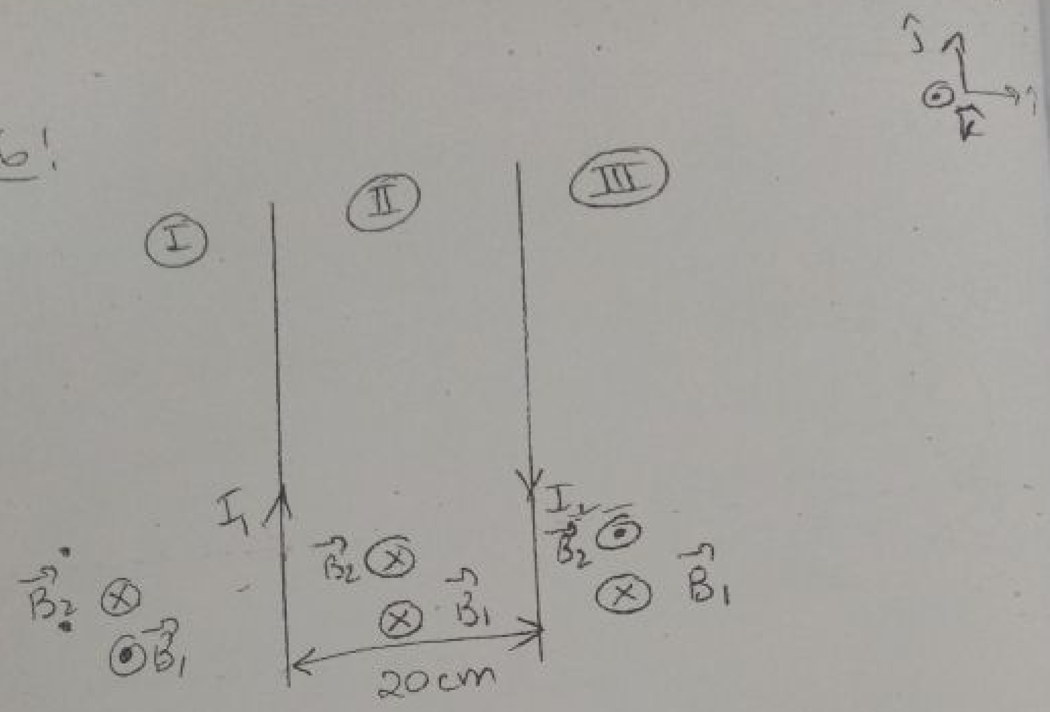
$= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \sqrt{2} \vec{i} = \frac{\cancel{4}\pi 10^{-7} \times \cancel{4}}{\cancel{2}\cancel{\pi}\, \cancel{12} 10^{-2}} \sqrt{2} \vec{i}$

$= \frac{2\sqrt{2}}{3} 10^{-5} \vec{i}$ (T)

$= 9.4\, 10^{-6}\, T\, (\vec{i})$

$= \boxed{9.4\, \mu T\, (\vec{i})}$

Ex6 !



1) $I_1 = 1{,}5\,A \qquad I_2 = 4\,A$.

$\vec{F}_3 = \vec{F}_{1/3} + \vec{F}_{2/3} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{2/3} = -\vec{F}_{1/3}$ sens opposé m̄ direct°

et $F_{2/3} = F_{1/3}$ m̄ module

$\vec{F}_{1/3} = \int I_3 \vec{dl_3} \wedge \vec{B}_1$ et $\vec{F}_{2/3} = \int I_3 \vec{dl_3} \wedge \vec{B}_2$ (sens de $\vec{B}_1$ et [illegible] règle de la ma[illegible] d[illegible]

pour que $\vec{F}_{1/3}$ et $\vec{F}_{2/3}$ soient de sens opposé il faut que $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ soient aussi de sens opposé donc le fil 3 ne peut pas être placé ds la zone II.

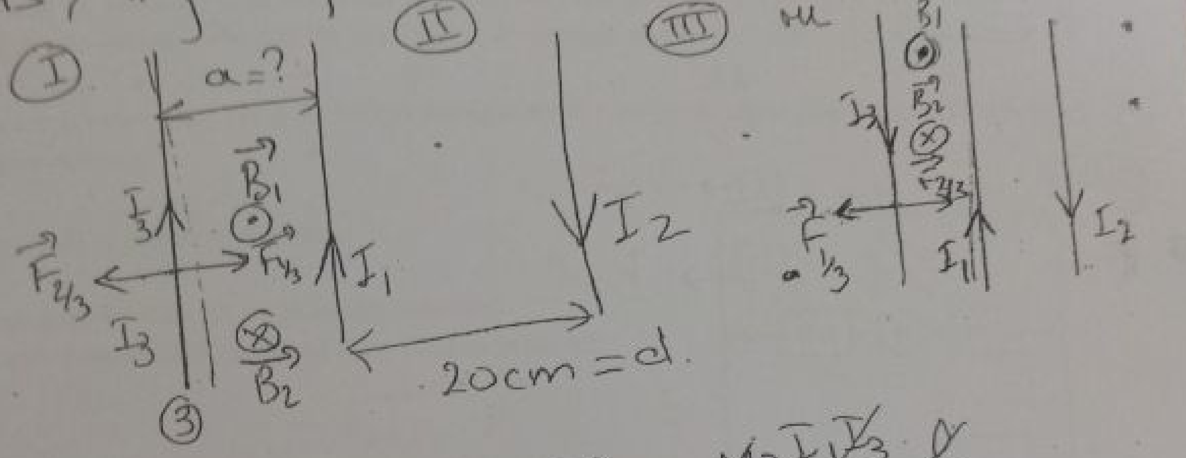
Donc, il nous reste à choisir entre la zone I et la zone III. Concernant le sens de $\vec{B}_1$ et de $\vec{B}_2$, ils sont de sens opposés. mais il faut voir si on aura le m̄ module pour $F_{1/3}$ et $F_{2/3}$

$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1}$ et $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2}$ avec $I_2 > I_1$

[illegible] de côté du fil

qui a le courant le plus faible (car vers ?) inversement proportionnel à la distance) en d'autres termes pour que $B_1 = B_2$ il faut que $d_1 < d_2$ (car $I_1 < I_2$ et B d

Alors, il faut placer le fil (3) en zone (I)



2) $F_{1/3} = F_{2/3}$ avec $\begin{cases} F_{1/3} = I_3 B_1 \ell = \frac{\cancel{\mu_0} I_1 \cancel{I_3}}{\cancel{2\pi} a}\ell \\ F_{2/3} = I_3 B_2 \ell = \frac{\cancel{\mu_0} \cancel{I_3} I_2}{\cancel{2\pi}(d+a)}\ell \end{cases}$

$\frac{I_1}{a} = \frac{I_2}{d+a} \Rightarrow \frac{1.5}{a} = \frac{4}{(a+20)} \Rightarrow \boxed{a = 12cm}$ et $\boxed{d+a = 32}$

3) $\vec{F}_1 = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{3/1} + \vec{F}_{2/1} = \vec{0} \Rightarrow F_{3/1} = F_{2/1} \Rightarrow B_3 \cancel{I_1} \cancel{\ell} = B_2 \cancel{I_1}$

$\frac{\cancel{\mu_0} I_3}{\cancel{2\pi} a} = \frac{\cancel{\mu_0} I_2}{\cancel{2\pi} d} \Rightarrow I_3 = I_2 \frac{a}{d} = 4 \cdot \frac{12}{20} = \boxed{2.4A}$

Le sens de courant I_3 peut être vers le haut ou vers le bas (voir

Cours : Phys101
Durée : 2 heures

Année : 2014-2015
Examen : Final

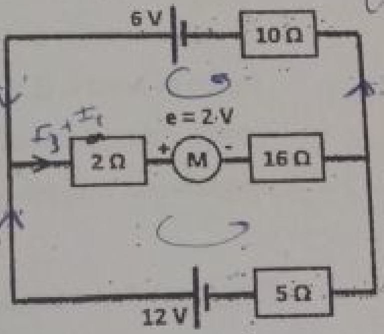
- *Aucun document n'est autorisé.*
- *Les durées indiquées sont à titre indicatif.*

Exercice I :*(~10minutes, 10points)*

Calculer la capacité d'un condensateur plan de surface S et d'épaisseur e sachant que le module du champ créé par un plan infini de charge surfacique constante σ est donné par $E = \sigma/2\varepsilon_0$.

Que serait cette capacité si ce même condensateur était plein d'un diélectrique de constante diélectrique ε_r ?

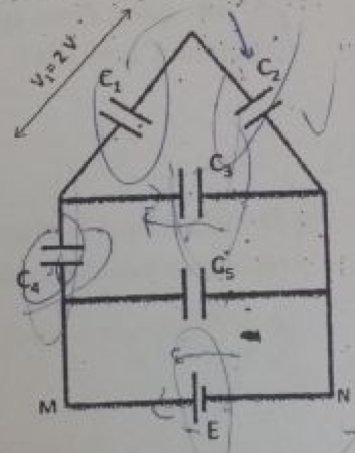
ExerciceII :*(~20minutes, 25points)*



On considère le circuit de la figure ci-contre.
Calculer l'intensité du courant dans chaque branche.

$I = I_1 + I_2$

ExerciceIII :*(~20minutes, 15points)*



On considère le montage suivant de condensateurs.
Sachant que la tension aux bornes du condensateur C_1 est $V_1 = 2$ Volts, trouver :

a) la charge et la tension dans chaque condensateur.
b) la valeur de la tension E.

On donne : $C_1 = 1\ \mu F$, $C_2 = 2\ \mu F$, $C_3 = 3\ \mu F$, $C_4 = 4\ \mu F$ et $C_5 = 5 \mu F$.

ExerciceIV :*(~25 minutes, 20 points)*

A- Calculer en utilisant la loi d'Ampère le champ magnétique créé par un fil conducteur infini parcouru par un courant d'intensité I_1.

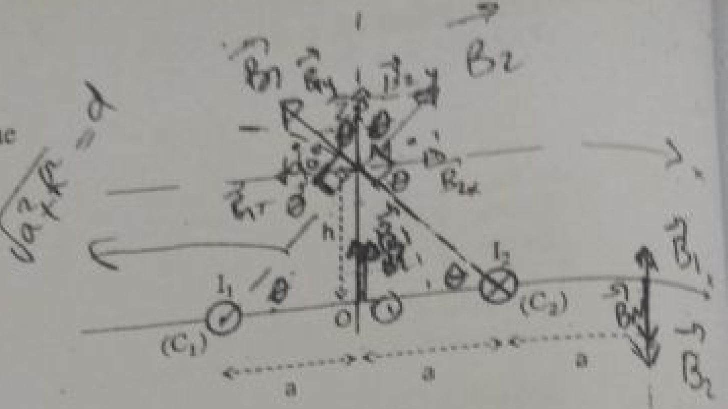
B- On considère, dans la figure ci-contre, deux fils parallèles C_1 et C_2 infiniment longs parcourus respectivement, suivant l'axe y, par deux courants électriques I_1 et I_2 de sens opposés ($I_1 = I_2 = I$).

Déterminer le champ magnétique résultant $\vec{B}$:

1- à l'origine O.

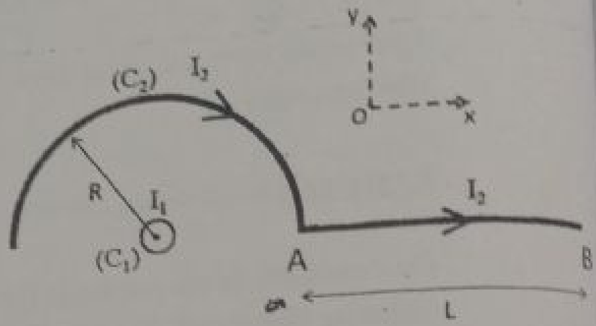
2- à un point M sur l'axe Oz.

3- à un point N distant de a du fil C_2.



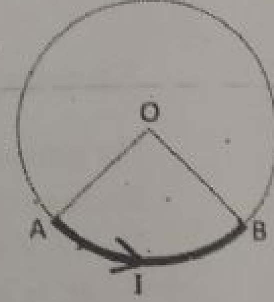
ExerciceV:*(~20 minutes, 15 points)*

On considère un fil C_1 infiniment long, perpendiculaire au plan de la figure, parcouru par un courant électrique I_1 et un fil C_2, formé par un demi-cercle (de rayon R) et un fil fini AB (de longueur L), parcouru par un courant électrique I_2. Les deux fils sont placés comme le montre la figure ci contre. (Le fil C_1 étant placé au point O centre du demi-cercle). Calculer la force magnétique exercée par C_1 sur C_2 (sur le demi-cercle et sur le fil AB).



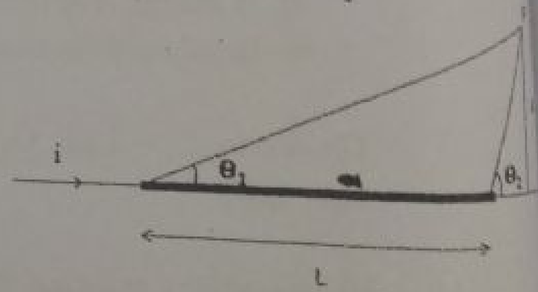
ExerciceVI :*(~20 minutes, 15points)*

A- Un quart d'une spire de rayon R et de centre O est parcourue par un courant d'intensité I. Calculer le champ magnétique créé au centre O.



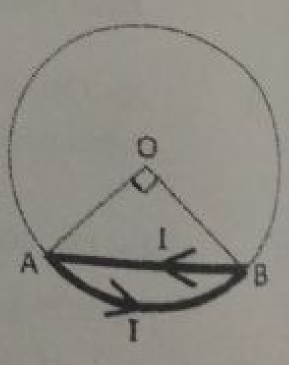
B- On sait que le champ magnétique produit par un fil rectiligne parcouru par un courant i est donné par :

$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$.



Le circuit ci-contre est formé par le quart d'une spire AB de rayon R et de centre O et par le conducteur rectiligne BA. L'ensemble est parcouru par un courant I.

Déterminer le champ magnétique crée en O.

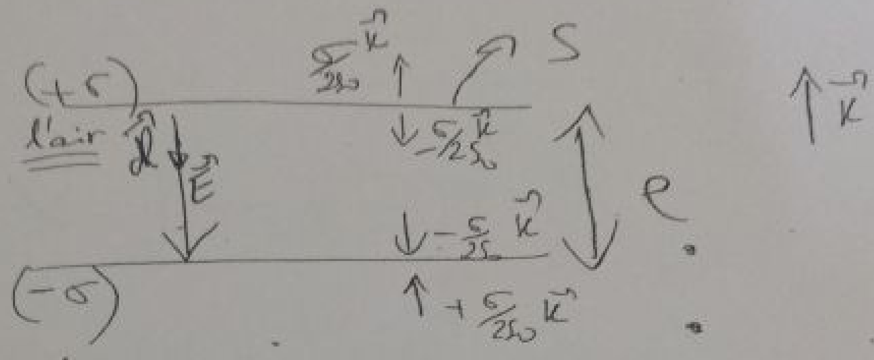


Bon Travail

Solution Final 2014-201

P101

ex1 :



$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ pour un plan ∞

à l'intérieur du condensateur : $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}(-\vec{k})$

en module $\boxed{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

$C = \frac{Q}{V_+ - V_-}$ avec $\boxed{Q = \sigma S}$

avec $\Delta V = -\int \vec{E}.\vec{dl} = V_f - V_i = V_- - V_+ = -\int E$

$= -E.e \Rightarrow \boxed{V_+ - V_- = E.e}$

$C = \frac{\sigma S}{E.e} = \frac{\cancel{\sigma} S}{\frac{\cancel{\sigma}}{\varepsilon_0} e} = \boxed{\varepsilon_0 \frac{S}{e}}$

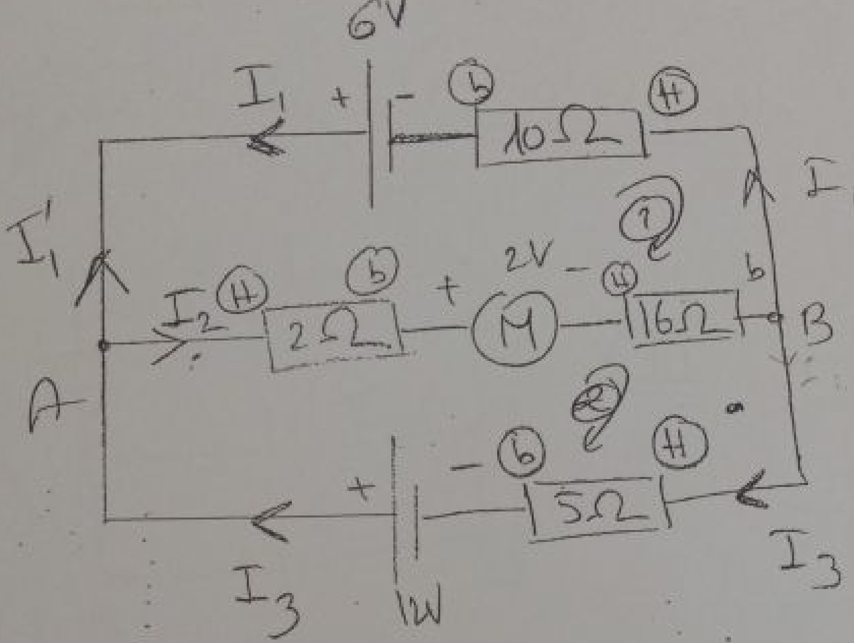
sur $\varepsilon_r \Rightarrow C_{\varepsilon_r} = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{S}{e}$

Solut° final 2014 – 2015 1

P 101

ex 1 Cours

ex 2



nœud A : $I_2 = I_1 + I_3$ (1)

maille (1) ↺ : $+6 - 10I_1 - 16I_2 - 2 - 2I_2 = 0$

$-18I_2 - 10I_1 = -4$

$\boxed{18I_2 + 10I_1 = 4}$ (2)

maille (2) ↺ : $+2I_2 + 2 + 16I_2 + 5I_3 - 12 = 0$

$\boxed{18I_2 + 5I_3 = 10}$ (3)

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= \frac{4-18I_2}{10} \\ I_3 &= \frac{10-18I_2}{5} \end{aligned}\right\} \text{ds (1)} \Rightarrow I_2 = \frac{4-18I_2}{10} + \frac{10-18I_2}{5}$$

$$= \frac{4-18I_2+20-36I_2}{10} = \frac{24-54I_2}{10}$$

$$10 I_2 = 24 - 54 I_2 \Rightarrow 64 I_2 = 24 \Rightarrow I_2 = \frac{24}{64} = \frac{3}{8}$$

$$\boxed{0{,}375\,A}$$

$$I_1 = \frac{4 - 18\,(\overset{3/8}{0.375})}{10} = \boxed{-\frac{11}{40}\,A} = -0{,}275\,A < 0 \Rightarrow I_1' = -I$$

sens oppo[sé]

$$I_3 = \frac{10 - 18\,(0.375)}{5} = \frac{13}{20} = 0.65\,A$$

<u>ex3</u> <u>TD</u>

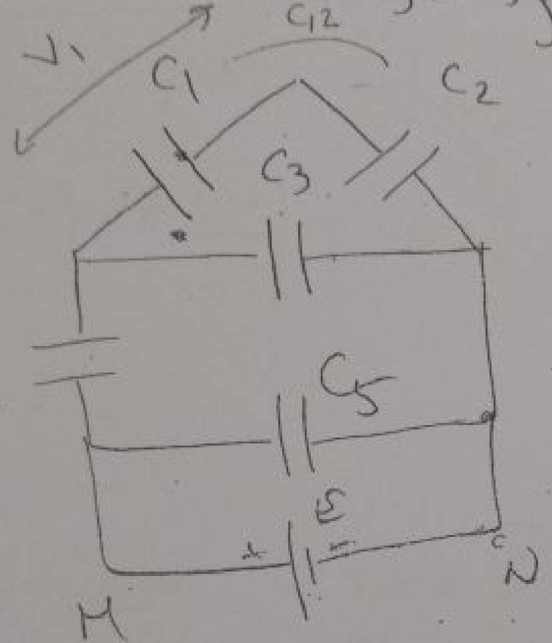
Solutⁿ Final 2014-2015

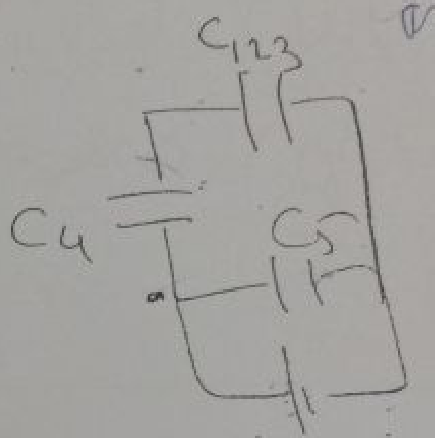
P101

ex 3

$V_1 = 2$ Volts $\quad C_1 = 1\mu F \quad C_2 = 2\mu F$

$C_3 = 3\mu F \quad C_4 = 4\mu F \quad C_5 = ?$





a)

$V_1 = 2V$

$Q_1 = Q_2$ car C_1 et C_2 en série

$Q_1 = C_1 V_1 = 1\mu F\ 2V = 2\mu C = Q_2$

$Q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{2}{2} = 1V$

$V_1 + V_2 = 3V = V_3 \rightarrow Q_3 = C_3 V_3 = 3\mu F\ 3 = 9$

$Q_4 = Q_{123}$ avec

$-Q_1 + Q_3 = 11\ \mu C$

$Q_4 = C_4 V_4 \Rightarrow \boxed{V_4} = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{11}{4} = 2.75$

b) $\boxed{E} = V_4 + V_3 = 3 + 2.75 = \boxed{5.75V}$

$\boxed{V_5} = E = V_4 + V_3 = 5.75V$

$\boxed{Q_5} = C_5 V_5 = 5 \times 5.75 = \boxed{28.75 \mu C}$

Final 2014-2015 - FS - P101

Ex4 : (A) Théorème d'Ampère → fil conducteur infini parcouru par un courant I_1

10 pts

Théorème d'ampère : $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} \overset{(02)}{=} \mu_0 \Sigma I$

$\vec{dl}$ (01) $\odot \vec{n}$

$\vec{B}$ (01) I_1

a

$$\oint B\,dl = \mu_0 I_1$$

$$B \int dl = \mu_0 I_1$$

$$B\, 2\pi a = \mu_0 I_1$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}} \quad (01)$$

B) 1) à l'origine : règle de la main droite (01)

I_1 $\odot$ $\vec{B_1} \uparrow$ (01) $\quad I_2 \otimes$ $\vec{B_2} \uparrow$ (01) fig $\Big\}$ avec $B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ (01) c I_i

$$\boxed{\vec{B_0}} = \overset{(01)}{\vec{B_1} + \vec{B_2}} = 2\vec{B_1} = 2\vec{B_2} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{\pi a} \vec{j}} \quad (01)$$

2) au pt M : voir fig pour la direct° (règle de la main droite)

5 pts

$$\left.\begin{aligned} \vec{B_1} &= \vec{B_{1x}} + \vec{B_{1y}} \\ \vec{B_2} &= \vec{B_{2x}} + \vec{B_{2y}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \text{avec } \vec{B_M} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$$

et $\vec{B_{1x}} = -\vec{B_{2x}}$ (01)

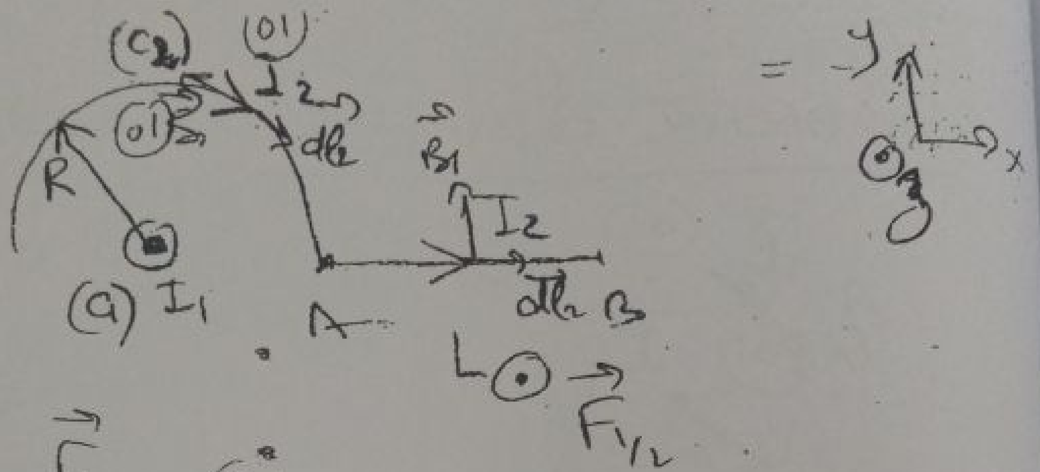
$$\vec{B_M} = \vec{B_{1y}} + \vec{B_{2y}} = 2B_{1y}\vec{j} \ (01) \quad \text{avec } B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \quad (01)\ d = \sqrt{a^2 + h^2}$$

$$B_{1y} = B_{2y} = B_1 \cos\theta = B_2 \cos\theta = B \frac{a}{d} = B \frac{a}{\sqrt{a^2+h^2}} \ (01) \quad \boxed{\vec{B_M} = \cancel{2}\frac{\mu_0 I a}{\cancel{2}\pi (a^2+h^2)}} \ (01)$$

c) au pt N : $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi 3a}\vec{j}$ $B_2 = \frac{\mu_0 I'}{2\pi a}(-\vec{j})$

$\vec{B_N} = \left(\frac{\mu_0 I}{6\pi a} - \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\right)\vec{j} = \frac{\mu_0 I}{3\pi a}(-\vec{j})$

Ex5 :



$\vec{F}_{1/2} = \vec{F}_{1/(C_2)} + \vec{F}_{1/(L)}$ (01)

$\vec{F}_{1/(C_2)} = \int I_2 \vec{dl_2} \wedge \vec{B_1}$ avec $\vec{B_1} \parallel dl_2$ donc $\vec{F}_{1/(C_2)} = \vec{0}$ (02) (02) (02)

$\vec{F}_{1/2} = \vec{F}_{1/L} = \int I_2 \vec{dl_2} \wedge \vec{B_1} = I_2 \int dl_2 B_1 \vec{k}$ (01)

$= I_2 \int_R^{R+L} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi l} dl\, \vec{k} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln l \Big]_R^{R+l} \vec{k}$ (01)

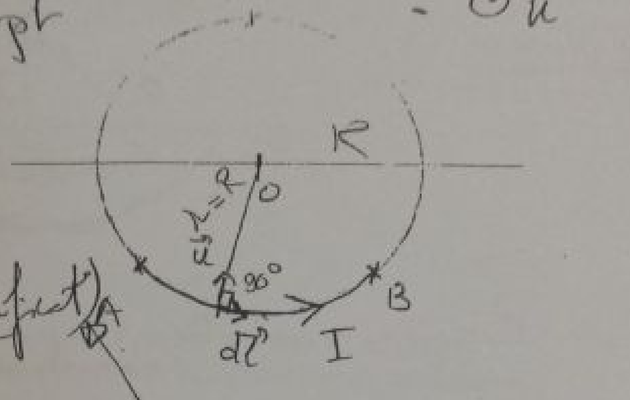
$= \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln\left(\frac{R+l}{R}\right)\vec{k}$

(02)

Ex6 :

A)

direct° de $\vec{B}$ au pt O : règle de la main droite



$\odot \; \vec{B} = B\vec{k}$ (vérifiant déf)

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{l} \wedge \vec{u}}{r^2}$$

$r = R = cte$

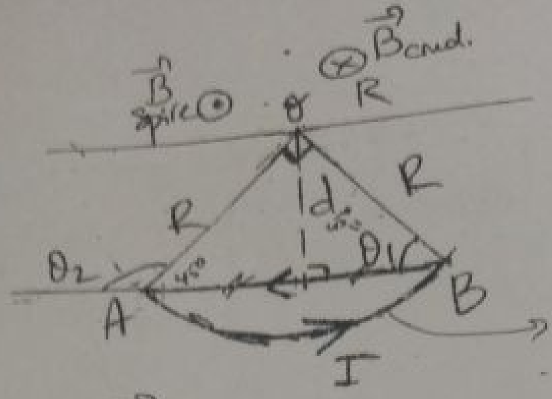
$d\vec{l} \perp \vec{u}$ $\quad I = cte$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int dl \, \vec{k} \quad \text{avec} \int dl = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$$

(règle des 3 doigts des la main droite) $\frac{1}{4}$ d'une spire

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\cancel{\pi} R^{\cancel{2}}} \frac{\cancel{\pi} \cancel{R}}{2} \vec{k} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{8R} \vec{k}}$$

B) cours



$\frac{1}{4}$ de cercle $\Rightarrow$ l'angle $\frac{360°}{4}$

OAB tr. rect

$$\vec{B}_0 = \vec{B}_{spire} + \vec{B}_{conduct.\ rectiligne}$$

$$\vec{B}_{spire} = \frac{\mu_0 I}{8R}\vec{k}$$

$$\vec{B}_{cond} = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)(\vec{-k})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R\frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}}}\Big(\cos 45° - \overbrace{\cos(\pi - 45°)}^{-\cos 45°}\Big)(\vec{-k})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R\sqrt{2}}(\cos 45 + \cos 45°)(-\vec{k})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R\cancel{\sqrt{2}}}\,\cancel{2}\frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}(-\vec{k})$$

* $\theta_1 = 45°$
* $\theta_2 = \pi - 45$
* $AB = R\sqrt{2}$

$$d^2 + \frac{(AB)^2}{4} = R^2$$

$$d^2 = R^2 - \frac{(AB)^2}{4}$$

$$= R^2 - \frac{2R^2}{4}$$

$$= \frac{R^2}{2} \Rightarrow d$$

$d =$

* <u>ou</u> (plus

$$\boxed{\vec{B}_0 = \left(\frac{\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{2\pi R}\right)\vec{k} = \frac{\mu_0 I}{2R}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\pi}\right)\vec{k}}$$

$\sin 45° = \frac{d}{R} \Rightarrow$

$d = R\sqrt{2}/2$

UNIVERSITÉ LIBANAISE
Faculté des Sciences
Section 3

الجامعة اللبنانية
كلية العلوم
الفرع الثالث

Cours : Phys101
Durée : 2 heures

Année : 2013-2014
Examen : Final

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.*
- *Les durées indiquées sont à titre indicatif.*
- *Toutes les questions sont indépendantes.*

Exercice I : *(~20 minutes, 20 points)*

1) Une sphère (S_1) conductrice de rayon R_1 porte la charge Q_1.
Calculer le champ électrique créé à l'intérieur et à l'extérieur de cette sphère.

2) La sphère (S_1) est maintenant concentrique avec une sphère conductrice (S_2) de rayons intérieur R_2 et extérieur R_3 ($R_2 > R_1$). Calculer les charges induites de (S_2).

3) La sphère (S_2) est reliée au sol, trouver la capacité du condensateur sphérique ainsi obtenu.

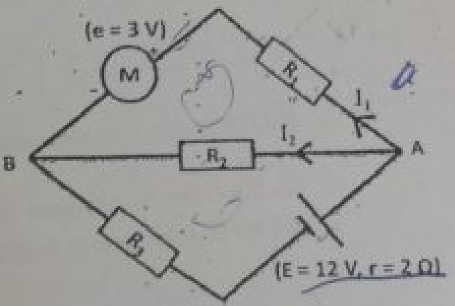
4) Quelle sera la capacité de ce condensateur si on remplit entre ses armatures un diélectrique de permittivité électrique relative ε_r ?

Exercice II : *(~20 minutes, 20 points)*

On considère le circuit de la figure ci-contre.
Les courants qui traversent les résistances R_1 et R_2 sont respectivement $I_1 = 1A$ et $I_2 = 1,5A$. Si $R_1 = 1\Omega$, calculer :

a) les résistances R_2 et R_3.

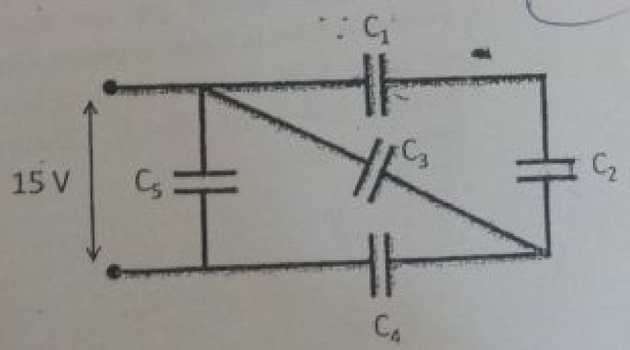
b) la puissance dissipée dans chaque branche.



Exercice III : *(~25 minutes, 20 points)*

On considère le montage de condensateurs suivant.
Trouver la charge et la tension dans chaque condensateur.

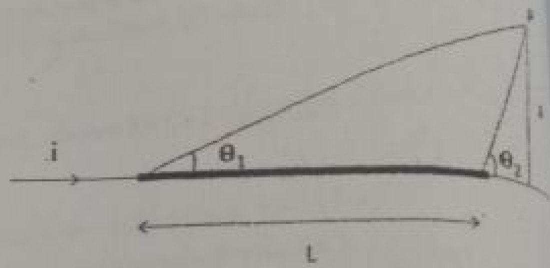
On donne : $C_1 = 1\ \mu F$, $C_2 = 2\ \mu F$, $C_3 = 1/3\ \mu F$ et $C_4 = 4\ \mu F$, $C_5 = 2/5\ \mu F$.

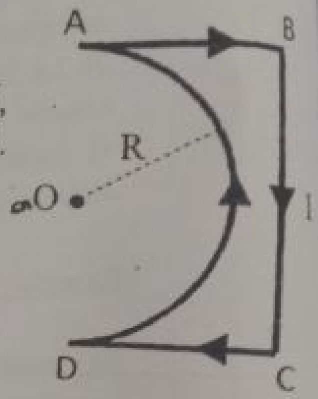


Exercice IV : *(~25 minutes, 20 points)*

A- Une demi-spire de rayon R et de centre O est parcourue par un courant d'intensité I.
Montrer que le champ magnétique au centre est donné par $B = \dfrac{\mu_0 I}{4R}$

B- Montrer que le champ magnétique produit par un fil rectiligne parcouru par un courant i est donné par : $B = \dfrac{\mu_0 i}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$.





Le circuit ci-contre est formé par les conducteurs $AB = CD = R\sqrt{3}$, $BC = 2R$ et d'une demi-spire DA de rayon R et de centre O. L'ensemble est parcouru par un courant I.

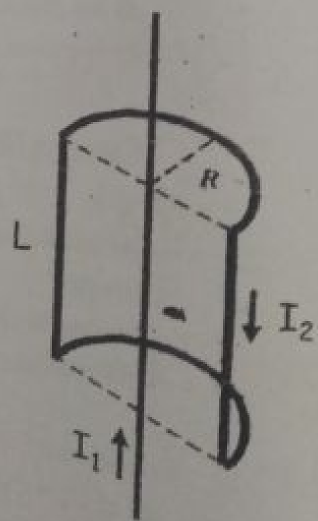
a. Déterminer le champ magnétique crée en O.

b. Déterminer le moment dipolaire μ de cette spire.

Exercice V : *(~25 minutes, 20 points)*

A- Calculer en utilisant la loi d'Ampère le champ magnétique créé par un fil conducteur infini parcouru par un courant d'intensité I_1.

B- Un fil conducteur infini parcouru par un courant d'intensité I_1 est partiellement entouré par une structure formée de deux spires comme indique la figure ci-contre. Cette structure a une longueur L, un rayon R et parcourue par un courant d'intensité I_2. Son axe coïncide avec le fil infini I_1. Calculer la force totale exercée sur cette structure.



Bon Travail

Solution Final 2013-2014

P1101

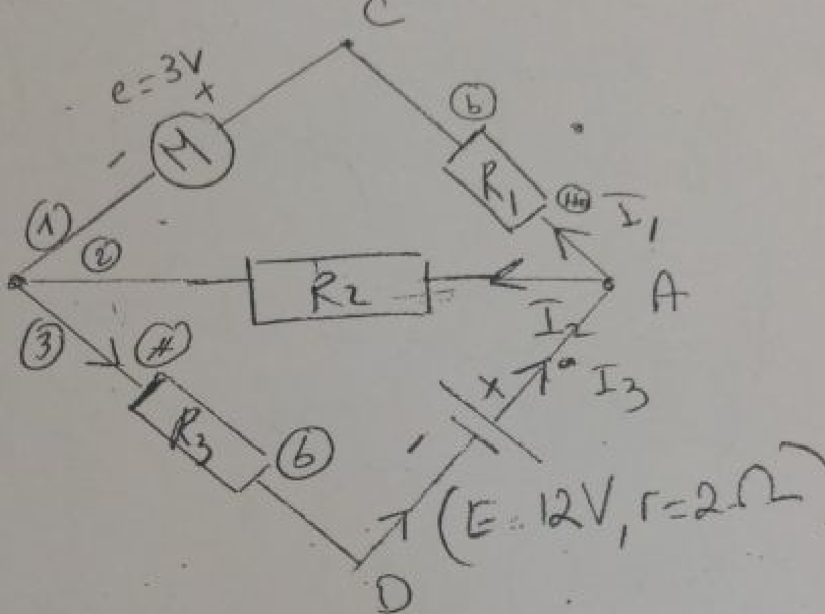
ex1 : cours

ex2 :

$I_1 = 1A$

$I_2 = 1.5A$

$R_1 = 1\Omega$



1) $R_2 = ?$ $R_3 = ?$

noeud A : $I_3 = I_1 + I_2$

$I_3 = 1 + 1.5 = 2.5A$

$$V_{AB} = (V_A - V_C) + (V_C - V_B) = R_1 I_1 + \overset{e=3V}{e} = 1 + 3 = \boxed{4}$$

$$V_{AB} = R_2 I_2 \Rightarrow \boxed{R_2} = \frac{V_{AB}}{I_2} = \frac{4}{1.5} = \frac{4}{3/2} = \frac{8}{3}\,\Omega = \boxed{2.6}$$

$$V_{AB} = (V_A - V_D) + (V_D - V_B) = (E - r \times I_3) - R_3 I_3 = 4$$

$$12 - (2 \times 2.5) - R_3 \times 2.5 = 4 \Rightarrow R_3 = \frac{12-5-4}{2.5} = \frac{6}{5}$$

b) P dissipée ds chaque branche

$P_1 = R_1 I_1^2 + e I_1$

$= 1 \times 1^2 + 3 \times 1 = 4\,W$

$P_2 = R_2 I_2^2 = \frac{8}{3} \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{\cancel{8}^{2}}{\cancel{3}} \times \frac{\cancel{9}^{3}}{\cancel{4}}$

$P_3 = R_3 I_3^2 + r I_3^2 = \frac{6}{5} \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{5}{2}\right)^2$

$= \frac{\cancel{6}^{3}}{\cancel{5}} \frac{\cancel{25}^{5}}{\cancel{4}_{2}} + 2 \times \frac{25}{4}$

$= \frac{15}{2} + \frac{25}{2} = \frac{40}{2}$

$P_{\substack{Tot \\ dissipée}} = 20 + 6 + 4 = 30\,W$

Justificat° $P_E = E I = \cancel{12} \times \frac{5}{\cancel{2}} = 6 \times 5$

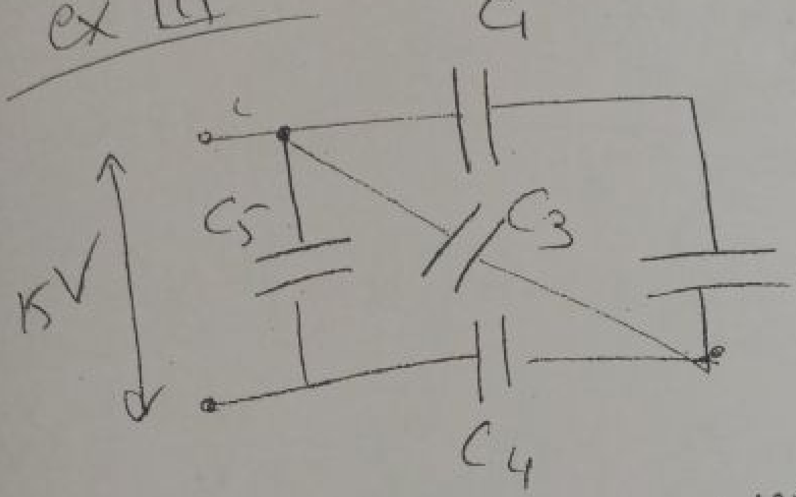
$= 30$

P_E : délivrée par le générateur

Solut° final 2013-2014

Ph101

ex III



$C_1 = 1\,\mu F$

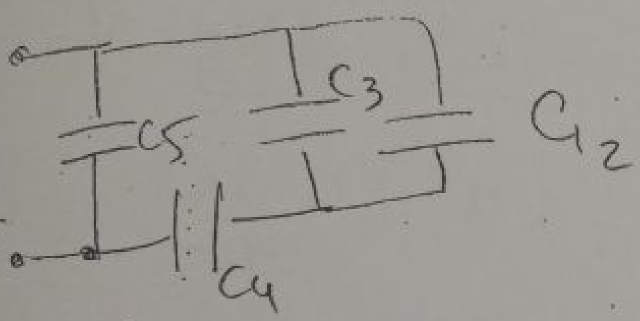
$C_2 = 2\,\mu F$

$C_3 = 1/3\,\mu F$

$C_4 = 4\,\mu F$

$C_5 = 2/5\,\mu F$

en serie



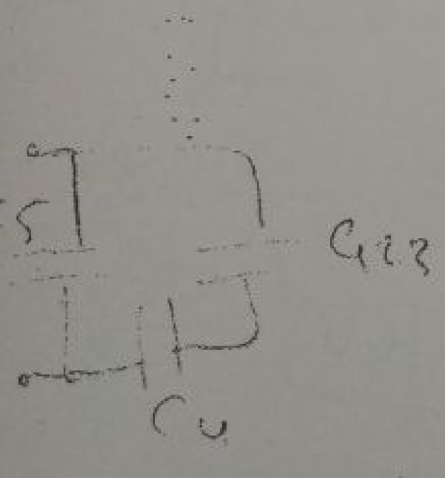
$$\frac{1}{C_{12}} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

$$C_{12} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{1} + \ldots\right.$$

$$= \frac{2}{3}\,\mu C.$$

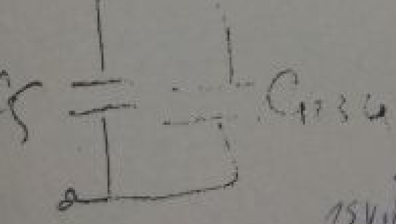
(en //)

$$C_{123} = C_{12} + C_3 = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = 1$$



(en serie)

$$C_{1234} = \left(\frac{1}{C_{123}} + \frac{1}{C_4}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{1}{4}\right)^{-1} = \frac{4}{5}$$



$C_{eq} = C_{1234} + C_5$ (en //)

$$C_{eq} = \frac{4}{5} + \frac{2}{5} = \frac{6}{5}\,\mu F = 1.2$$

$\boxed{V_5 = 15\,V}$; $Q_5 = C_5 V_5 = 15 \times \frac{2}{5} = 6$

$\boxed{Q_{eq}} = C_{eq} V = \frac{6}{5} \times 15 = \boxed{18\,\mu C}$

$\boxed{Q_{eq}} = Q_5 + Q_{1234} \Rightarrow \boxed{Q_{1234}} = 18 - 6 = 12$

$Q_{1234} = \boxed{Q_4} = Q_{123} = \boxed{12\,\mu C}$.

$Q_4 = C_4 V_4 \Rightarrow \boxed{V_4} = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{12}{4} = \boxed{3\,V}$

$V_{123} = 15 - \overset{(3V)}{V_4} = \boxed{12\,V} = \boxed{V_3} = V_{12}$

$\boxed{Q_3} = C_3 V_3 = \frac{1}{3} \times 12 = \boxed{4\,\mu C}$.

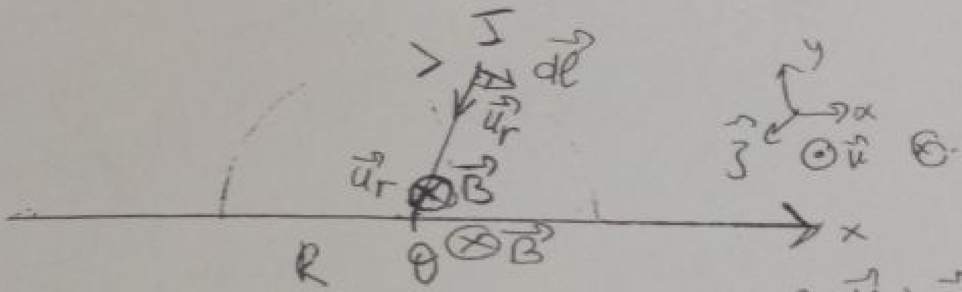
$Q_{12} = Q_{123} - Q_3 = 12 - 4 = \boxed{8\,\mu C} = Q_1 = 8$

$Q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow \boxed{V_1} = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{8}{1} = \boxed{8\,V}$

$\boxed{V_2} = V_{12} - V_1 = 12 - 8 = \boxed{4\,V}$.

ex 4

A)



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int \frac{I\vec{dl}\wedge\vec{u}_r}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int\frac{\vec{dl}\wedge\vec{u}_r}{r^2} \quad \begin{cases}\vec{dl}\perp\vec{u}_r\\ r=R\end{cases}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2}\int dl\,(-\vec{k})$$

règle des 3 doigts de la main droit

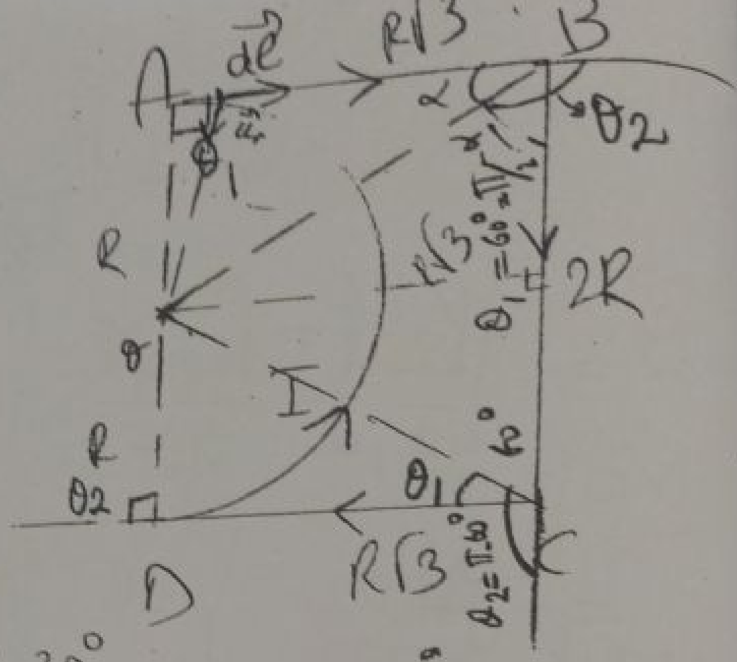
$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2}\,\pi R\,(-\vec{k})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4R}(-\vec{k}) \qquad B = \frac{\mu_0 I}{4R} \text{ c.q.f.d}$$

B) Cours (1ère partie)

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

a) $\vec{B}_0 = \vec{B}_{AB} + \vec{B}_{BC} + \vec{B}_{CD} + \vec{B}_{DA}$



$\vec{B}_{AB} = ?$

$tg\alpha = \frac{R}{R\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha = 30°$

$B_{AB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ $\theta_1 = 90°$

$\theta_2 = \pi - 30°$

$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cancel{\cos 90°}^{0} - \underbrace{\cos(\pi - 30°)}_{-\cos 30°}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \ldots$

direct° de $\vec{B}_{AB}$ ⊗ règle de 3 doigts de la main droite

ou de la main droite

$(\vec{dl}, \vec{u}_r) \Rightarrow$ vers l'intérieur

$\vec{B}_{CD} = ?$ $B_{CD} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cos 90° - \ldots$

$= \frac{\mu_0 I \sqrt{3}}{8\pi R}$ et $\vec{B}_{CD}$ direct° ⊗.

$\vec{B}_{BC}$ direct° $\otimes$

$$B_{BC} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R\sqrt{3}}\left(\cos 60° - \overbrace{\cos(\pi - 60°)}^{-\cos 60°}\right)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R\sqrt{3}}\, 2\cos 60° = \frac{\mu_0 I}{4\pi R\sqrt{3}} \times 2 \times \frac{1}{2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R\sqrt{3}}.$$

$$B_{BC} = \frac{\mu_0 I\sqrt{3}}{12\pi R} \quad \otimes$$

$\vec{B}_{DA}$ direct° $\odot$ règle de la main droite

$$B_{DA} = \frac{\mu_0 I}{4R} \qquad \underset{\otimes}{-\vec{k}} \quad \overset{\vec{k}}{\odot}$$

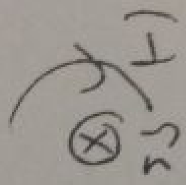
$$\vec{B}_O = \left(-\frac{\mu_0 I\sqrt{3}}{8\pi R} - \frac{\mu_0 I\sqrt{3}}{8\pi R} - \frac{\mu_0 I\sqrt{3}}{12\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4R}\right)\vec{k}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4R}\left(-\frac{\sqrt{3}}{2\pi} - \frac{\sqrt{3}}{2\pi} - \frac{\sqrt{3}}{3\pi} + 1\right)\vec{k}.$$

$$\boxed{\vec{B}_O = 0.26\,\frac{\mu_0 I}{4R}\,\vec{k}}$$

b) $\mu = IS$ du circuit.

$\vec{S} = S\vec{n}$ $\quad \vec{n}$



$$S = S_{\substack{\text{rectangle} \\ \text{ABCD}}} \quad S_{\text{demi spire}}$$

$$= (AB \times BC) - \frac{\pi R^3}{2}.$$

$$= 2\sqrt{3}R^2 - \frac{\pi R^2}{2} \simeq 1.9R^2$$

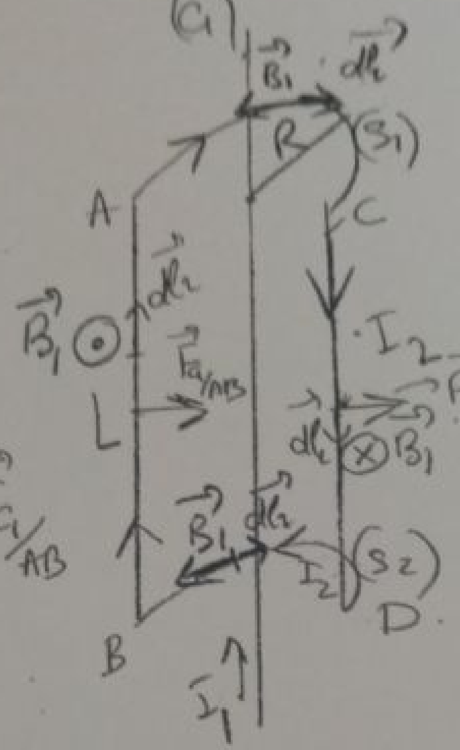
$$\vec{\mu} = I\vec{S} = IS\vec{n} = 1.9R^2 I\vec{n} \otimes (-\vec{k})$$

$$\boxed{\vec{\mu} = 1.9R^2 I(-\vec{k})}$$

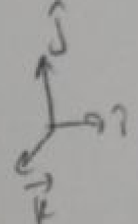
exS

A) cours $\qquad B = \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$

B)



$(C_2) = S_1 + S_2 + AB + C$



$\vec{F}_{C_1/C_2} = ?$

$\vec{F}_{C_1/C_2} = \vec{F}_{C_1/S_1} + \vec{F}_{C_1/S_2} + \vec{F}_{C_1/AB} + \vec{F}_{C_1/CD}$

Direct° de $\vec{B_1}$: règle de la main droite

* $\vec{F}_{C_1/S_1} = \vec{F}_{C_1/S_2} = 0$ car $\vec{dl_2} \parallel \vec{B_1}$ $\left(\vec{F}_{C_1/S_1} = \int I_2 \vec{dl_2} \wedge \vec{B_1}\right.$ ou $\vec{F}_{C_1/S_2}$

* $\vec{F}_{C_1/AB} = \int I_2 \vec{dl_2} \wedge \vec{B_1} = I_2 B_1 L (\vec{i})$ règle des doigts de main droite

$\vec{F}_{C_1/CD} = \int I_2 \vec{dl_2} \wedge \vec{B_1} = I_2 B_1 L (\vec{i})$

avec $B_1 = \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi R}$