UNIVERSITE MOHAMED I^er^
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI S4
OUJDA

⚠ puissance fournie ou reçue est : $P = U \times I$ (Voir Ex 2).

⚠ Diviseur de tension est utilisé que si R_1 et R_2 sont en série (par exemple).

T D ELECTRICITE SERIE N°1

Exercice 1

Soit le circuit de la figure 1, On pose $E_2 = E_1/2 = E$ et $R_1 = R_2 = 2R$

En utilisant les lois de Kirchhoff déterminer les intensités I, I_1, I_2 en fonction de E et R.

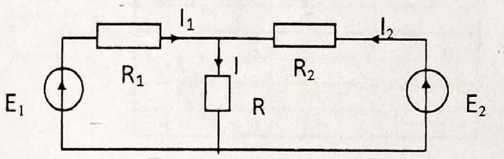


Fig 1

Exercice 2

On considère le circuit de la figure 2, alimenté par un générateur de fem E.

$P = U \times I_1$ (W)

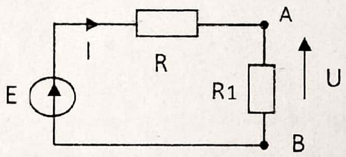


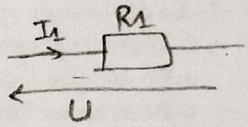
Fig 2

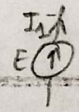
2) calculer I et U :

$E = 50V$

$R = 100\Omega$.

$R_1 = 400\Omega$.





$P = E \times I_1$ (W)

1- Exprimer I et U en fonction de E, R et R1.

2- Calculer I et U, sachant que E=50V , R=100Ω, R1=400Ω

3- Calculer la puissance fournie par le générateur et celle reçue par la résistance R1.

Exercice 3 : posé dans l'exam (Thévenin en régime courant).

On considère le circuit de la figure 3

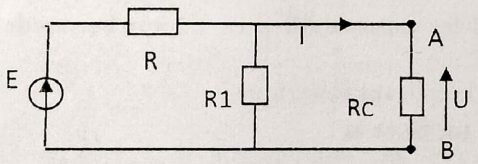


Fig 3

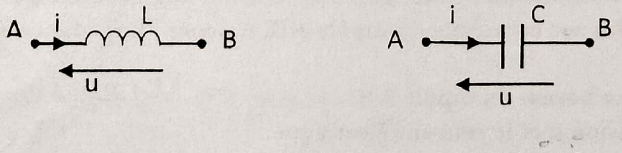
1- Déterminer le courant I dans la branche AB, par application du théorème de Thévenin.

2- Calculer I et U, sachant que E=15V , R=100Ω, R1=50Ω , Rc=50Ω

3- Calculer la puissance reçue par la résistance Rc.

Exercice 4

1-Donner la relation ente u et i, pour chacun des dipôles ci-dessous,



2-Déterminer, l'expression des impédances complexes du condensateur et de la bobine en régime sinusoïdal.

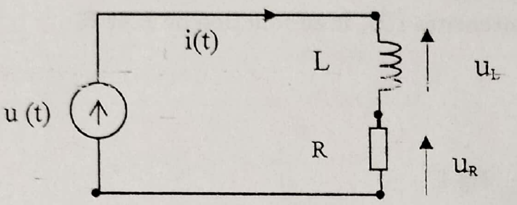
UNIVERSITE MOHAMED Ier
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE non pas de théorème de Thévenin

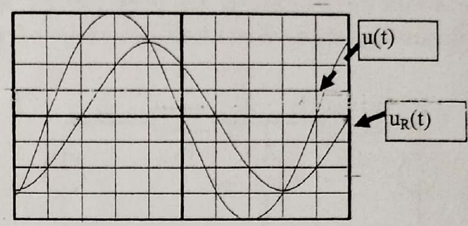
ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI S4
OUJDA

Exercice 5 : posé à l'exam. (Thévenin en régime ∿)

On considère le circuit suivant : on donne R=200Ω

Calibre u(t) : *2 V/div*
Calibre $u_R(t)$: *2 V/div*
Base de temps : *0,25ms/div*

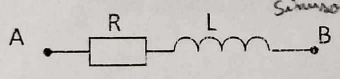




1-Déterminer à partir des courbes de u(t) et $u_R(t)$.
a)-La période de u(t). En déduire sa fréquence ainsi que sa pulsation.
b)-Les valeurs crêtes et efficaces des tensions u(t) et $u_R(t)$.
c)-La valeur efficace I de l'intensité du courant i(t).
d)-Le déphasage entre u(t) et i(t).
2-Tracer le diagramme de Fresnel relatif au circuit.
3-En déduire U_L , la valeur efficace de $u_L(t)$.
4-Déterminer l'impédance Z du circuit. En déduire la valeur de L.

Exercice 6 ⚠ Il ne faut pas faire $u_{AB} = u_R + u_L$!!! car on est en régime sinusoïdal

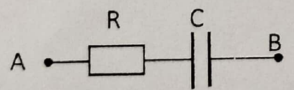
Un dipôle AB comportant en série une résistance R = 20 Ω et une bobine d'inductance L = 2 mH
~~2 mH est soumis une tension alternative de valeur efficace 1V et de fréquence f = 1KHz.~~
sinusoïdal



1- Déterminer l'expression de l'impédance complexe du dipôle AB.
2- Calculer l'impédance Z du dipôle
3- En déduire la valeur efficace du courant et les tensions efficaces U_R aux bornes de R et U_L aux bornes de L
4- Calculer le déphasage entre la tension u et le courant électrique i
5- Représenter la construction de Fresnel de u_R, u_L et u

Exercice 7 ⚠ on peut faire : $u(t) = u_R(t) + u_C(t)$ et pas $U_{ABeff} \neq U_{Reff} + U_{Ceff}$

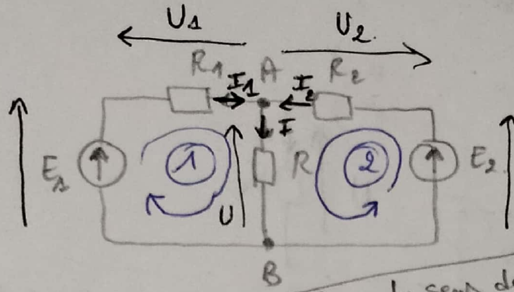
Un dipôle AB comportant en série une résistance R= 1 KΩ et un condensateur de capacité 1μF est parcouru par un courant de pulsation ω = 1000 rad/s et de valeur efficace $\boxed{2mA.}$ = I_{eff}



1- Calculer les tensions efficaces U_R tension aux bornes de R, U_C tension aux bornes de C
2- Déterminer l'expression de l'impédance complexe du dipôle AB. Calcuer l'impédance Z du dipôle AB. le module de Z.
3- Calculer la tensions efficace U aux bornes du dipôle AB ce n'est pas $U_{eff} \neq U_R + U_C$
4- Calculer le déphasage entre la tension u et le courant électrique i
5- Représenter la construction de Fresnel de u_R, u_C et u

Série 1 :

Ex1 :



⚠ choix du sens de la maille est arbitraire

⚠ Il faut bien connaît la loi des mailles

Données :

$E = \frac{E_1}{2} = E_2$.

$R_1 = R_2 = 2R$.

* Lois de Kirchoff :

• Loi des noeuds :

$I_1 + I_2 = I$.

• Loi des mailles.

$\sum \pm U_k = 0$.

(càd la redirection des U)

déterminer les tensions selon < convention récept / conv. générateur

diriger la maille.

$+U_k$ si U_k est orientée dans le m̂ sens que la maille.

$-U_k$ si U_k est orientée dans le sens opposé de l'orientat° de la maille

on a pour la maille ① :

$+E_1 - U_1 - U = 0$

$E_1 = U_1 + U$.

$E_1 = R_1 \cdot I_1 + R \cdot I$.

$\boxed{2E = 2R \cdot I_1 + R \cdot I}$ ①

on a pour la maille ② :

$+E_2 - U_2 - U = 0$

$E_2 = U_2 + U$.

$E = R_2 \cdot I_2 + R \cdot I$

$\boxed{E = 2R \cdot I_2 + R \cdot I}$ ②

Sachant que : $I = I_1 + I_2$ (la loi des noeuds) 1

①: $2E = 2R \cdot I_1 + R(I_1 + I_2)$ ③

②: $E = 2R \cdot I_2 + R(I_1 + I_2)$ ④

③: $2E = 3R\,I_1 + R \cdot I_2$ ⑤

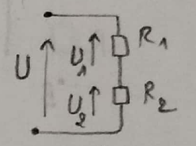
④: $E = R \cdot I_1 + 3R \cdot I_2$ ⑥

$\boxed{I_1 = \frac{5E}{8R}}$; $\boxed{I_2 = \frac{E}{8R}}$; $I = I_1 + I_2 = \frac{5E}{8R} + \frac{E}{8R}$

$\boxed{I = \frac{6E}{8R} = \frac{3E}{4R}}$

Ex 2 :

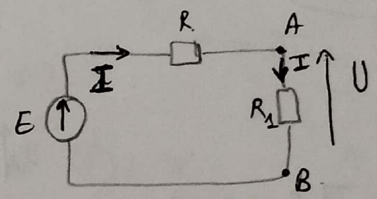
⚠ 31 min



$\cdot\ U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times U$

$\cdot\ U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U$

règle de diviseur de tension. ou pont diviseur tension



1) Règle de diviseur de tension.

on applique la règle de diviseur de tension au circuit :

La loi de Pouillet ?

$\boxed{U = \frac{R_1}{R_1 + R} \times E}$

on a d'après la loi d'Ohm :

$U = R_1 \times I$

donc : $I = \frac{U}{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R} \times E\right) \times \frac{1}{R_1}$.

d'où : $\boxed{I = \frac{E}{R_1 + R}}$

2) Calculons I et U :

$U = \frac{400}{400 + 100} \times 50 = 40\,V$.

et $I = \frac{50}{500} = 0,1\,A$.

3) Puissance fournie par le générateur :

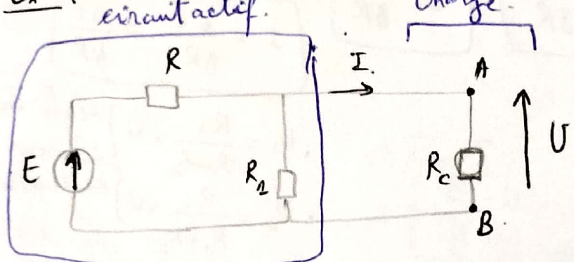
$P_G = E \times I = 50 \times 0,1 = 5$ W.

Puissance reçue par R_1 :

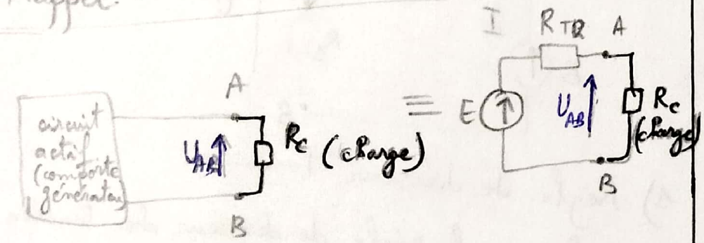
$P_{R_1} = U \times I = 40 \times 0,1 = 4$ W.

La différence des deux tensions se trouve dans la résistance R.

Ex 3 :



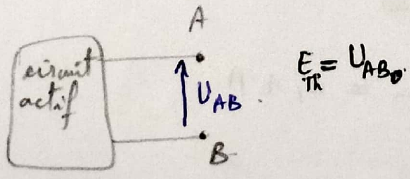
⚠ Rappel du th. de Thévenin :



* comment déterminer R_{TR} :
  - on débranche la charge R_c
  - on désactive les générateurs (les générateurs sont remplacés par un fil conducteur.)
  - on calcule la résistance équivalente vue entre A et B : $R_{AB} = R_{TR}$.

* Comment déterminer E_{TR} :
  - On débranche la charge R_c.
  - on calcule la tension vue entre A et B. noté U_{AB_0} (ou U_{AB} à vide).

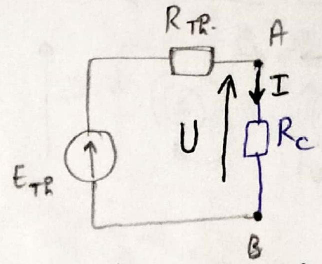
$E_{TR} = U_{AB_0}$



$E_{TR} = U_{AB_0}$

Fin du Rappel.

1)+2) Le circuit de l'ex3 est remplacé par le schéma équivalent suivant :



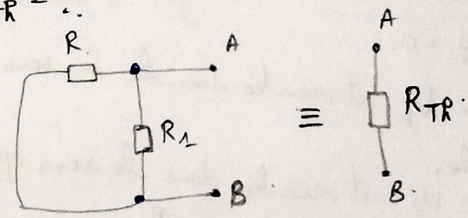
on applique la règle de diviseur de tension :

$$\boxed{U = \frac{R_c}{R_c + R_{TR}} \times E_{TR}}$$

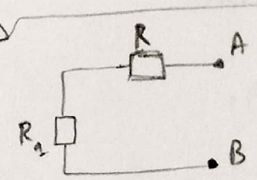
$$\boxed{I = \frac{U}{R_c} = \frac{1}{R_c + R_{TR}} \times E_{TR}}$$

on détermine R_{TR} et E_{TR}.

$R_{TR} = ?$



⚠



R_1 et R sont en série (parcouru par le m̂ courant)

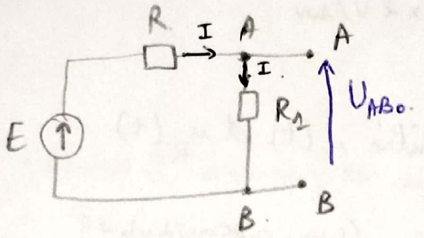
~~Or~~, R_1 et R sont //, on a alors :

$$\frac{1}{R_{TR}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R}$$

$$R_{TR} = \frac{R_1 \times R}{R_1 + R}$$

$$\boxed{R_{TR} = \frac{100 \times 50}{150} = 33,3\ \Omega}$$

$E_{TR} = ?$



$$U_{AB_0} = \frac{R_1}{R_1 + R} \times E$$

$$\boxed{E_{TR} = U_{AB_0} = \frac{50}{150} \times 15 = 5\,V}$$

on a alors :

$$I = \frac{E_{TR}}{R_c + R_{TR}} = \frac{5}{50 + 33}$$

$$\boxed{I = \frac{5}{83} = 0{,}06\,A}$$

$$\boxed{U = R_c \times I = 5 \times 0{,}06 = 3\,V}$$

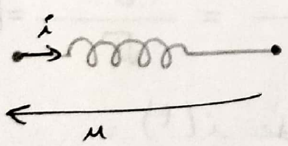
3) La puissance reçue par R_c :

$$P_{R_c} = U \times I = 3 \times 0{,}06 = \boxed{0{,}18\,W}$$

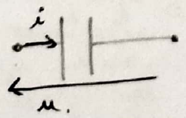
⚠ Dans le régime sinusoïdal on représente U et I en minuscule (u, i) et en régime courant on écrit U et I.

Ex4 :

1)



$$\boxed{u = L \cdot \frac{di}{dt}}$$



$$\boxed{i = C \cdot \frac{du}{dt}}$$

2) avec les nombres complexes on peut écrire :

pour la bobine, la relation :

barre car il s'agit d'un nombre complexe

$$\bar{u} = L \cdot \frac{d\bar{i}}{dt}$$

$$\bar{u} = L \times j\omega \bar{i} = j \cdot L \cdot \omega \bar{i}$$

l'impédance complexe d'un dipôle est par définition : $\bar{Z} = \frac{\bar{u}}{\bar{i}}$

l'impédance complexe de la bobine est :

$$\bar{Z}_L = \frac{\bar{u}}{\bar{i}} = \frac{j \cdot L \cdot \omega \bar{i}}{\bar{i}}$$

$$\boxed{\bar{Z}_L = j \cdot L \cdot \omega}$$ ⚠ à connaître

pour le condensateur C,
la relation entre $\bar{u}$ et $\bar{i}$ est :

$$\bar{i} = C \cdot \frac{d\bar{u}}{dt}$$

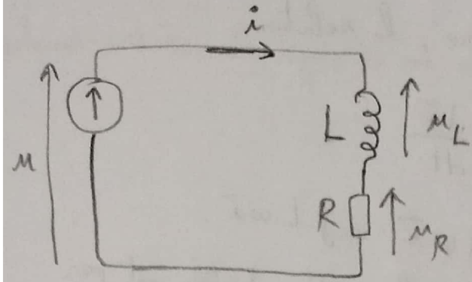
donc : $\bar{i} = C \cdot j \cdot \omega \bar{u}$

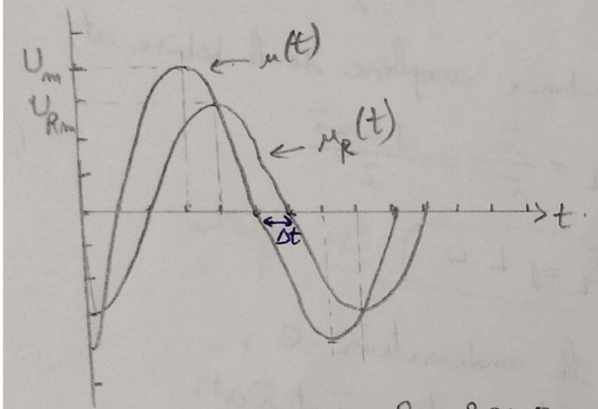
l'impédance complexe de la capacité (C) :

$$\bar{Z}_C = \frac{\bar{u}}{\bar{i}} = \frac{\bar{u}}{Cj\omega \bar{u}}$$

$$\boxed{\bar{Z}_C = \frac{1}{j \cdot C\omega}}$$

Ex5 :





$R = 200\,\Omega$.

Calibre :

$u(t)$: $2\,V/div$.

$u_R(t)$: $2\,V/div$.

· temps : $0{,}25\ ms/div$.

1) La période de $u(t)$ (ou $u_R(t)$) :

· $T = 8^{div} \times 0{,}25\ ms/div$

$= \boxed{2\ ms}$

· $f = \dfrac{1}{T(s)} = \dfrac{1}{2 \times 10^{-3}} = \boxed{500\ Hz}$

· $\omega = 2\pi \times f = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi \times 500 = \boxed{3140\ rad/s}$

la valeur crête de $u(t)$ (ou amplitude de $u(t)$)

$U_m = 4\ div \times 2V/div$.

$= 8V$.

⚠ Le calibre de $u(t)$ et $u_R(t)$ ne sont pas tjrs égal.

La valeur de $u_R(t)$:

$U_{Rm} = 3\ div \times 2\ V/div$

$= 6V$.

Le déphasage entre $u(t)$ et $u_R(t)$:

on le multiplie par 2π pour avoir le résultat

$\varphi = \dfrac{\Delta t}{T} \times 2\pi = \dfrac{(1\ div \times 0{,}25 ms/div) \times 2\pi}{2\ ms}$.

$\varphi = \dfrac{0{,}25}{2} \times 2\pi = \dfrac{\pi}{4}$.

$u(t)$ est en avance de phase de $\dfrac{\pi}{4}$ par rapport $u_R(t)$.

⚠ si on pose $u_R(t) = U_{Rm} \cdot \cos(\omega t)$

Alors : $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$

car c'est $u(t)$ est en avance de phase de $\frac{\pi}{4}$ / $u_R(t)$.

La valeur efficace de $u(t)$:

$U_{eff} = \dfrac{U_m}{\sqrt{2}} = \dfrac{8}{\sqrt{2}} = \boxed{5{,}65V}$

⚠ par le voltmètre, on mesure la valeur efficace.

La valeur efficace de $u_R(t)$:

$U_{R\,eff} = \dfrac{U_{Rm}}{\sqrt{2}} = \dfrac{6}{\sqrt{2}} = \boxed{4{,}24V}$

La valeur efficace de $i(t)$:

on a :

$u_R(t) = R . i(t)$.

$U_{Rm} = R . I_m$ ⚠ tjrs dans une résistance, on a ceci car $u_R(t)$ et $i(t)$ sont tjrs en phase

$\dfrac{U_{Rm}}{\sqrt{2}} = R . \dfrac{I_m}{\sqrt{2}}$.

$U_{eff} = R . I_{eff}$. ⚠ on peut l'écrire directement (dans l'examen)

$\boxed{I_{eff} = \dfrac{U_{eff}}{R}} = \dfrac{4{,}24}{200} = 2{,}12 \times 10^{-2} A$.

Le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$:

$u_R(t)$ et $i(t)$ sont en phase

donc : le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$ est égal au déphase entre $u(t)$ et $u_R(t)$ qui est égal à $\frac{\pi}{4}$.

car :

$u_R(t) = U_{Rm} \cdot \cos(\omega t)$

et $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$

et $u_R(t) = R \cdot i(t)$

d'où : $i(t) = \frac{u_R(t)}{R} = \frac{U_{Rm}}{R} \cdot \cos(\omega t)$

donc le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$ est : $\frac{\pi}{4}$.

2) diagramme de Fresnel relatif au circuit :

on a : $\boxed{u(t) = u_R(t) + u_L(t)}$ (1)

Si on pose : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega t)$

$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$

$u_R(t) = U_{Rm} \cdot \cos(\omega t)$

$u_L(t) = U_{Lm} \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

⚠ Dans une bobine $u(t)$ est en avance de phase de $\frac{\pi}{2}$ / $i(t)$

⚠ Il ne faut pas oublier les unités. (dans l'examen)

⚠ Représentation de Fresnel : c'est une représentation vectorielle

à $u(t)$ on associe le vecteur de Fresnel.

$\vec{U}\,(U_m, \frac{\pi}{4})$.

longueur ↗ ↖ l'angle qui fait avec Ox

à $u_R(t)$ on associe le vecteur de Fresnel :

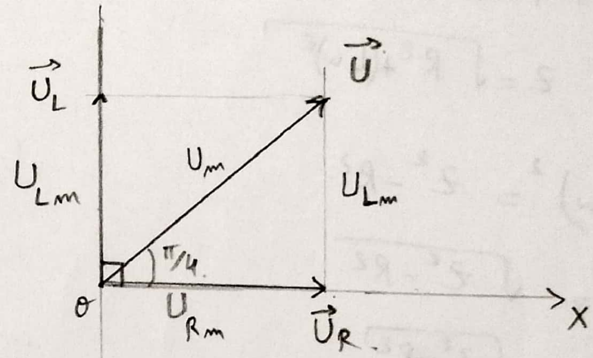
$\vec{U_R}\,(U_{Rm}, 0)$

à $u_L(t)$ on associe le vecteur de Fresnel :

$\vec{U_L}\,(U_{Lm}, \frac{\pi}{2})$.

(1) devient avec les vecteurs de Fresnel :

$\vec{U} = \vec{U_R} + \vec{U_L}$.



3)

on a : d'après le th de pythagore.

$U_m^2 = U_{Rm}^2 + U_{Lm}^2$

d'où :

$U_{Lm} = \sqrt{U_{Rm}^2 - U_{Rm}^2}$

$U_{Lm} = \sqrt{8^2 - 6^2}$

$\boxed{U_{Lm} = 5{,}29\ V.}$

La valeur efficace de $u_L(t)$ est :

$U_{Leff} = \frac{U_{Lm}}{\sqrt{2}} = \frac{5{,}29}{\sqrt{2}}$

$\boxed{U_{Leff} = 3{,}74\ V}$

4) Impédance du circuit Z (global mais pas complexe).

• $Z = \dfrac{U_{eff}}{I_{eff}} = \dfrac{U_m}{I_m}$.

$Z = \dfrac{5,65}{2,12\times10^{-2}} = \overset{283\ \Omega}{266\ \Omega}$ ← pas envie d'écrire la virgule

Déduisons la valeur de L:

1ère méthode:

$\bar{Z} = \bar{Z}_L + \bar{Z}_R$.

$\bar{Z} = jL\omega + R = R + jL\omega$

$Z = \|\bar{Z}\| = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$.

donc: $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$

$(L\omega)^2 = Z^2 - R^2$.

$L\omega = \sqrt{Z^2 - R^2}$

$L = \dfrac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$.

$L = \dfrac{\sqrt{(266)^2 - (200)^2}}{3140}$.

$\boxed{L = 0,05\ H.}$

2ème méthode:

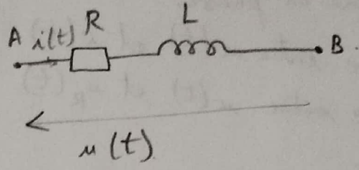
on a:

$U_{Lm} = L\omega \times I_m$.

$L = \dfrac{U_{Lm}}{\omega \times I_m} = \dfrac{5,29}{3140 \times 0,03}$.

$\boxed{L = 0,05\ H.}$

Ex6:



Données:

$R = 20\ \Omega$ $L = 2\ mH$.

$U_{eff} = 1\ V$ $f = 1\ kHz$.

1) Impédance complexe du dipôle AB:

$\bar{Z} = \bar{Z}_R + \bar{Z}_L$.

$\bar{Z} = R + jL\omega$.

2) Impédance Z du dipôle AB:

$Z = \|\bar{Z}\| = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$. $\boxed{\pi^2 = 10}$ $\boxed{\omega = 2\pi f}$

$Z = \sqrt{(20)^2 + (2\times10^{-3}\times2\pi\times10^3)^2}$.

$Z = \sqrt{400 + 160}$

$Z = 23,66\ \Omega$

$\boxed{Z = 24\ \Omega}$ on prend par excès.

3) Valeur efficace du courant i(t):

$Z = \dfrac{U_{eff}}{I_{eff}} \Rightarrow I_{eff} = \dfrac{U_{eff}}{Z}$.

$I_{eff} = \dfrac{1}{24}$

$\boxed{I_{eff} = 0,04\ A}$.

La valeur efficace de $u_R(t)$:

$$U_{R\,eff} = R \cdot I_{eff}$$

$$U_{R\,eff} = 20 \times 0{,}04$$

$$\boxed{U_{R\,eff} = 0{,}8\,V}$$

⚠ on ne peut pas utiliser $U_{eff} = U_{L\,eff} + U_{R\,eff}$ car on travaille sur le régime sinusoïdal.

Valeur efficace de $u_L(t)$:

$$U_{L\,eff} = Z_L \times I_{eff}$$

$$U_{L\,eff} = L\omega \times I_{eff}$$

$$U_{L\,eff} = 2\times10^{-3} \times 2\pi \times 10^{3} \times 0{,}04$$

$$= 4 \times 0{,}04 \times \pi$$

$$\boxed{U_{L\,eff} = 0{,}5\,V}$$

4) Le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$:

$$\bar{Z} = R + jL\omega$$

$$\varphi = \text{Arctan}\left(\frac{L\omega}{R}\right)$$

⚠ car, on a : $\bar{u} = \bar{Z} \cdot \bar{i}$

$$\arg(\bar{u}) = \arg(\bar{Z} \cdot \bar{i})$$

$$\arg(\bar{u}) = \arg(\bar{Z}) + \arg(\bar{i})$$

$$\arg(\bar{u}) - \arg(\bar{i}) = \arg(\bar{Z})$$

$$\varphi = \arg(\bar{Z})$$

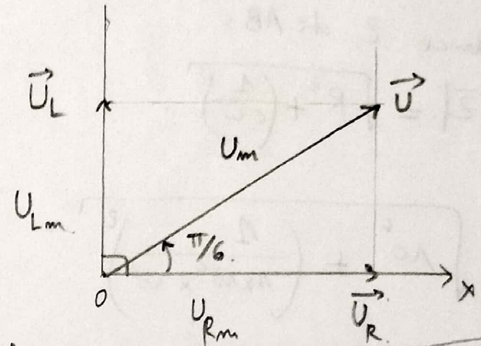
$$\varphi = \text{Arctan}\left(\frac{2\times10^{-3} \times 2\pi \times 10^{3}}{20}\right)$$

$$\varphi = \text{Arctan}\left(\frac{\pi}{5}\right) = 32° \simeq \frac{\pi}{6} \simeq 0{,}56\,(\text{rad})$$

⚠ Si on a un circuit RL, on aura $u(t)$ en avance / $i(t)$

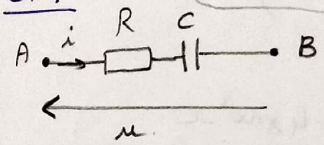
⚠ si on pose : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega t)$

alors $u(t) = U_m \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$



⚠ par définition $\varphi_R = 0$ et $\varphi_L = \frac{\pi}{2}$ et $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$

Ex 7 :



$R = 1\,k\Omega$, $\omega = 10^{3}\,rad/s$

$C = 1\,\mu F$, $I_{eff} = 2\,mA$.

1) Calculer $U_{R\,eff}$ et $U_{C\,eff}$:

on a : $U_{R\,eff} = R \times I_{eff}$

A.N : $U_{R\,eff} = 10^{3} \times 2 \times 10^{-3}$

$$\boxed{U_{R\,eff} = 2\,V}$$

et on a : $U_{C\,eff} = \frac{1}{C\omega} \times I_{eff}$

A.N : $U_{C\,eff} = \frac{1}{1\times10^{-6} \times 10^{3}} \times 2\times10^{-3}$

$$\boxed{U_{C\,eff} = 2\,V}$$

2) Impédance complexe du dipôle AB :

$\bar{Z} = \bar{Z}_R + \bar{Z}_c$ (la résistance et le condensateur sont en série)

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

$= R - j \cdot \frac{1}{C\omega}$

L'impédance Z de AB :

$$Z = |\bar{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

A.N :

$$Z = \sqrt{10^6 + \left(\frac{1}{1\times10^{-6}\times10^3}\right)^2}$$

$$Z = \sqrt{\left(10^6 + \frac{1}{10^{-6}}\right)}$$

$$Z = \sqrt{2} \times 10^3 = 1{,}4\times10^3\ \Omega$$

$$\boxed{Z = 1400\ \Omega}$$

3) tension efficace aux bornes de AB :

$U_{eff} = Z \times I_{eff}$

$U_{eff} = 1400 \times 2\times10^{-3}$

$$\boxed{U_{eff} = 2{,}8\ V}$$

4) déphasage entre u et i :

on a : $\bar{Z} = R - j \times \frac{1}{C\omega}$

le déphasage : $\varphi = \text{Arctan}\left(\frac{-1}{RC\omega}\right)$

$\varphi = -\text{arctan}\left(\frac{1}{RC\omega}\right)$

$\varphi = -\text{arctan}\left(\frac{1}{10^3\times10^{-6}\times10^3}\right)$

$\varphi = -\text{arctan}(1) = -\frac{\pi}{4}$

$$\boxed{\varphi = -\frac{\pi}{4}}$$ La tension est en retard / i

⚠ en général on choisit $i(t)$ avec une phase de $\varphi = 0$

5) Représentation de Fresnel :

on pose : $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega t)$

• $u_R(t) = R \cdot i(t)$

$= R I_m \cdot \cos(\omega t)$

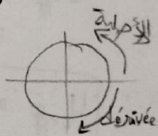
$u_R(t) = U_{R_m} \cdot \cos(\omega t)$

on fait correspondre à $u_R(t)$ le vecteur de Fresnel : $\vec{U_R}(U_{R_m}, 0)$.

• on a aussi : • $i(t) = C \cdot \frac{du_c(t)}{dt}$

• $u_c = \frac{1}{C}\int i(t)\,dt$

$= \frac{1}{C}\int I_m \cdot \cos(\omega t)\,dt$



$u_c = \frac{I_m}{C\omega} \sin(\omega t)$

$= \frac{I_m}{C\omega} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

⚠ La tension aux bornes d'une capacité est en retard / $i(t)$

* méthode complexe :

$\bar{u}_c = \frac{1}{jC\omega} \cdot \bar{i} = \frac{1}{C\omega}(-j) \cdot I_m \cdot e^{j(\omega t)}$

$= \frac{I_m}{C\omega} e^{-j\frac{\pi}{2}} \cdot e^{j(\omega t)} = \frac{I_m}{C\omega} \cdot e^{j(\omega t - \frac{\pi}{2})}$

$\bar{u}_c = \frac{I_m}{C\omega} \cdot e^{j(\omega t - \frac{\pi}{2})}$

$Re(u_c) = \frac{I_m}{C\omega} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

on fait correspondre à $u_c(t)$ le vecteur de Fresnel : $\vec{U_c}\left(U_{cm}, -\frac{\pi}{2}\right)$.

$U_{cm} = \frac{I_m}{C\omega}$

on a : $u(t) = u_R(t) + u_C(t)$

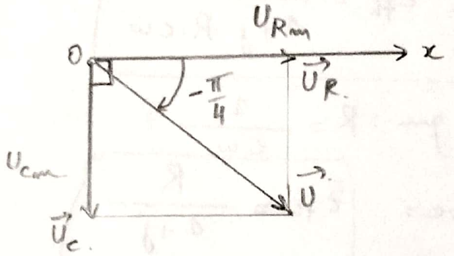
⚠ ceci n'est pas vrai en valeur efficace!

$u(t) = U_m \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$.

on fait correspondre à $u(t)$ le vecteur :

$\vec{U}\left(U_m, -\frac{\pi}{4}\right)$.

construction de Fresnel :



UNIVERSITE MOHAMED I^{er}
FACULTE DES SCIENCES Oujda
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI

T D ELECTRICITE SERIE N°2

✓✓Exercice1

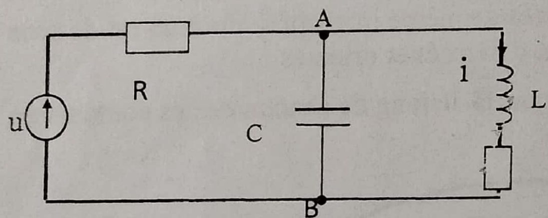
Considérons le circuit ci-dessous, alimenté par une source de tension $u(t)= u_m\cos(\omega t)$. La pulsation ω est telle que $L\omega = 1/C\omega = R$

On désire déterminer le courant i (t) circulant dans la bobine en utilisant le théorème de Thévenin. car on travail en régime sinusoïdal.

1-Calculer l'impédance complexe $\overline{Z}_{th}$ du générateur de Thévenin

2-Calculer en notation complexe la f.e.m $\overline{e}_{th}$ du générateur de Thévenin

3-En déduire l'expression du courant i (t).



✓✓Exercice 2 peut être posé à l'exam

Soit un circuit électrique, constitué par une inductance L en série avec une résistance R = 100 Ω et parcouru, par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence f = 50 Hz, dont l'intensité efficace est I_{eff} = 0.5 A.
Le circuit RL consomme la puissance P=55W (moyenne). Le facteur de puissance du circuit (RL) est $\cos\varphi = 0{,}5$

1- Calculer la tension U_{eff} aux bornes du circuit.
2- En déduire l'impédance Z du circuit.
3-Calculer la valeur de L

✓Exercice3 déjà fait en cours.

1- Déterminer l'expression du champ magnétique $\overrightarrow{B}$ dû à un fil conducteur filiforme rectiligne de longueur infinie (très long) parcouru par un courant continu I, en un point M situé à la distance R (ρ) de ce conducteur (figure a), en utilisant la loi de Biot et Savart .

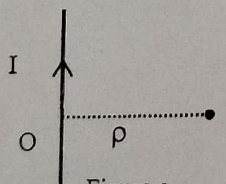


Figure a

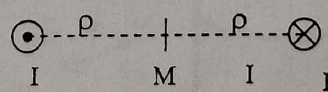


Figure b

peut être donné à l'exam avec d'autre cas

2- La figure b reprsente une coupe de deux fils infinis parallèles parcourus par des courant de même intensité I , de sens opposés. Déterminer, le champ magnétique $\overrightarrow{B}$ crée en un point M situé à distance égale des deux fils.

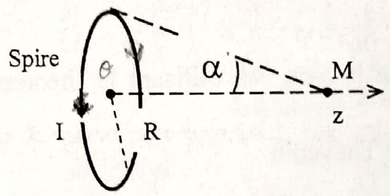
⚠ dans le cas de la spire $\vec{dB}$ et $\vec{B}$ n'ont pas le m̂ sens.

√√**Exercice 4** Sera dans l'exam

On considère une spire S, de centre O d'axe Oz et de rayon R vu sous l'angle α d'un point M de son axe. La spire est parcourue par un courant continu d'intensité I.

1- En utilisant des arguments de symétrie, déterminer la direction du champ magnétique $\vec{B}$ crée par la spire au point M de l'axe Oz situé à une distance z= OM.

2- Déterminer l'expression de $\vec{B}(z)$ en fonction de μo, I, R et z



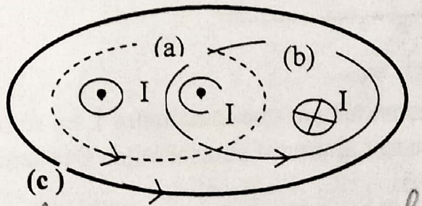
3- En déduire le champ crée par une bobine plate comportant (N) spires circulaire jointives

√√**Exercice 5** : Application directe du théorème d'Ampère.

La figure2 représente trois courants filiformes de même intensité I dont un est de sens opposé aux deux autres et trois contours a, b, c fermés et orientés.

$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = ?$ c'est tout

Déterminer la circulation du champ magnétique $\vec{B}$ le long de chacun de ces contours en appliquant le théorème d'Ampère .



Exercice 6 on va le remplacer par un exo de solénoïde

Un conducteur cylindrique creux d'épaisseur négligeable, d'axe $\overrightarrow{OZ}$, de longueur infini et de rayon R. et parcouru par un courant I réparti en surface, de densité surfacique uniforme $\vec{J} = j.\vec{u}_z$ (Figure3).

1- En utilisant les propriétés de symétrie et d'invariance, déterminer la structure du champ magnétique $\vec{B}$ (direction, sens, dépendance par rapport à quelle(s) coordonnées).

2-Déterminer en utilisant le théorème d'ampère , le champ magnétique $\vec{B}$ produit en un point M à la distance r de l'axe du conducteur((on considère les deux cas : r>R et r<R).

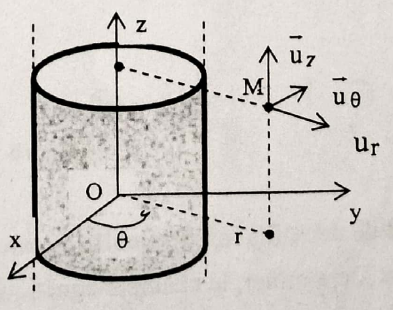
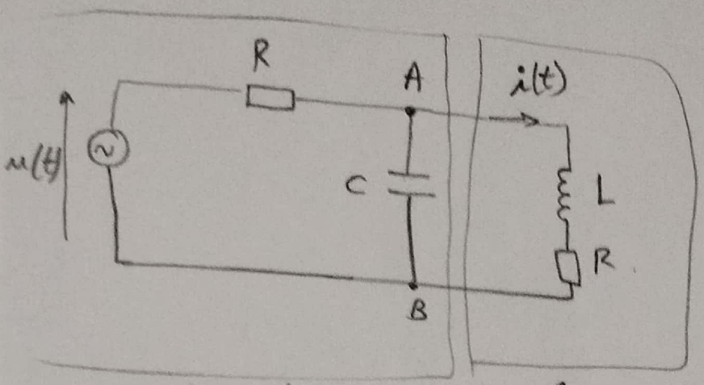


Fig3

Série 2 :

Ex1 :



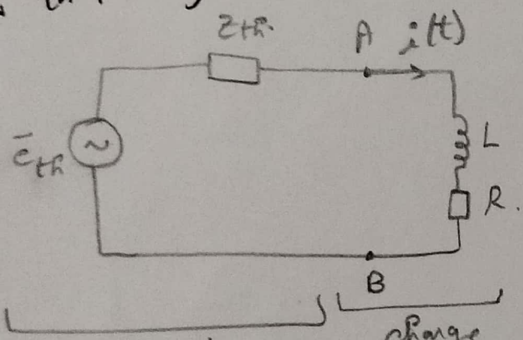
circuit actif   charge

$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t)$; $\bar{u} = U_m \cdot e^{j\omega t}$.

$L\omega = \dfrac{1}{C\omega} = R$;

1) Calculons l'impédance complexe $\bar{Z}_{th}$ du générateur de Thévenin :

On remplace le circuit actif vue entre A et B par le générateur de Thévenin $(\bar{e}_{th}, \bar{Z}_{th})$.

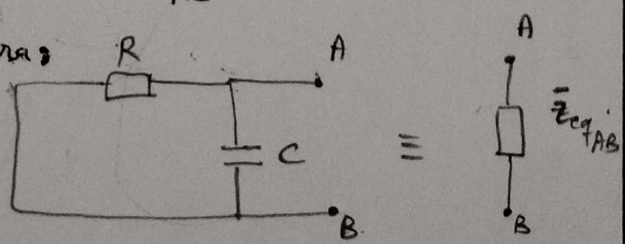


Générateur de Thévenin   charge

Calculons $\bar{Z}_{th}$:

- on débranche la charge (RL)
- on désactive les générateurs de tension (on les remplace par un fil).
- on détermine l'impédance équivalente vue entre A et B : $\bar{Z}_{eq_{AB}} = \bar{Z}_{th}$

et on aura :



$$\bar{Z}_{eq_{AB}} = \bar{Z}_R \,//\, \bar{Z}_C.$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_{eq_{AB}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{\bar{Z}_C} = \frac{1}{R} + jC\omega$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_{eq}} = \frac{1 + jC\omega}{R}.$$

$$\boxed{\bar{Z}_{eq} = \bar{Z}_{th} = \frac{R}{1 + j\,R\cdot C\omega}}$$

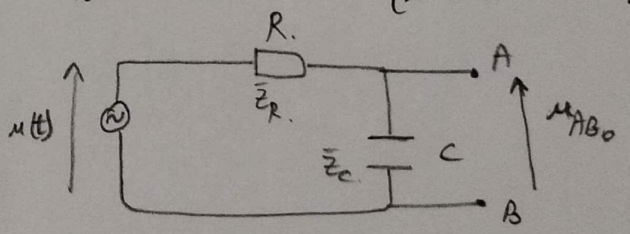
Sachant que : $R = \dfrac{1}{C\omega}$.

on trouve : $\boxed{\bar{Z}_{th} = \dfrac{R}{1+j}}$

$$\boxed{\bar{Z}_{th} = \frac{R(1-j)}{1^2 - j^2} = \frac{R(1-j)}{2}}$$

2) Calculons : $\bar{e}_{th}$:

- on débranche la charge.
- on détermine la tension U_{AB_0} vue entre A et B (circuit ouvert).



On applique la règle diviseur de tension :

$$\bar{u}_{AB_0} = \frac{\bar{Z}_C}{\bar{Z}_C + \bar{Z}_R} \times \bar{u}.$$

$$\bar{u}_{AB_0} = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + R} \cdot \bar{u}$$

$$\bar{u}_{AB_0} = \frac{1}{1 + j\,R\cdot C\omega} \cdot \bar{u}.$$

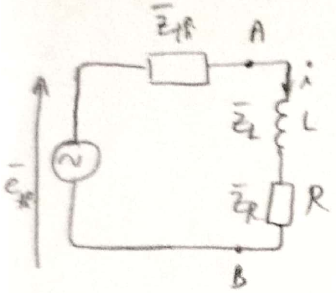
Sachant que : $R = \dfrac{1}{C\omega}$.

on trouve : $\boxed{\bar{u}_{AB_0} = \dfrac{1}{1+j}\,\bar{u} = \dfrac{(1-j)\,\bar{u}}{2}.}$

$$\bar{e}_{th} = \bar{u}_{AB_0} = \left(\frac{1-j}{2}\right)\bar{u}$$

3) Déduisons l'expression de $i(t)$.

on a donc :



$\bar{i}$ est déterminé en utilisant la loi de Pouillet

$$\bar{i} = \frac{\bar{e}_{th}}{\bar{Z}_{th} + \bar{Z}_L + \bar{Z}_R}$$

$$\bar{i} = \frac{\frac{(1-j)}{2}\cdot\bar{u}}{R\times\left(\frac{1-j}{2}\right) + j\cdot L\cdot\omega + R}$$

Sachant que $L\omega = R$, on trouve

$$\bar{i} = \frac{\left(\frac{1-j}{2}\right)\times\bar{u}}{R\left(\frac{1-j}{2}\right) + jR + R}$$

$$\bar{i} = \frac{(1-j)\times\bar{u}}{2R\left(\frac{1-j}{2} + j + 1\right)}$$

$$\bar{i} = \frac{(1-j)\times\bar{u}}{R(1-j+2j+2)}$$

$$\boxed{\bar{i} = \frac{(1-j)\times\bar{u}}{R(j+3)}}$$

ça devient : en fin

$$\boxed{\bar{i} = \left(\frac{1-2j}{5R}\right)\bar{u}}$$

- $I_m = |\bar{i}| = \left|\frac{1-2j}{5R}\right|\cdot|\bar{u}|$

$$\boxed{I_m = \frac{\sqrt{5}}{5R}\times U_m}$$

- $\arg(\bar{i}) = \arg\left(\frac{(1-2j)}{5R}\times\bar{u}\right)$

$= \arg(1-2j) + \arg(\bar{u})$

$= \arg(1-2j)$

$= \text{Arctan}\left(\frac{-2}{1}\right)$

$= -\text{Arctan}(2)$

$\arg(\bar{i}) = -\frac{\pi}{3}$

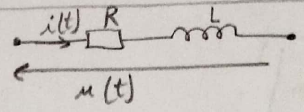
et par suite :

$i(t) = I_m\cdot\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$

$$\boxed{i(t) = \frac{\sqrt{5}}{5R}\times U_m\times\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)}$$

Ex2 : (peut être posé à l'exam) :

⚠ • un fer-à-repasser
• une machine-à-laver } se réduit en un circuit RL



$R = 100\ \Omega$; $f = 50\ Hz$.

$I_{eff} = 0,5\ A$; $P = 55\ W$.

$\cos\varphi = 0,5$

1) Calculer U_{eff} :

⚠ en régime sinusoïdal :

$P = U_{eff} \times I_{eff} \times \cos(\varphi) \to = 1 \Longrightarrow P_{max}$.

en régime courant :

$P = U \times I$.

on a : $P = U_{eff} \times I_{eff} \times \cos(\varphi)$.

$$U_{eff} = \frac{P}{I_{eff} \times \cos(\varphi)}$$

$$U_{eff} = \frac{55}{0,5 \times 0,5}$$

$$\boxed{U_{eff} = 220\ V}$$

2) Déduisons l'impédance Z du circuit :

on a : $Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$ (loi d'ohm)

$$Z = \frac{220}{0,5}$$

$$\boxed{Z = 440\ \Omega}$$

3) Calculons la valeur de L :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

$$Z^2 = R^2 + L^2 \cdot \omega^2$$

$$L^2 \cdot \omega^2 = Z^2 - R^2$$

$$L^2 = \frac{Z^2 - R^2}{\omega^2}$$

$$L = \sqrt{\frac{Z^2 - R^2}{\omega^2}}$$

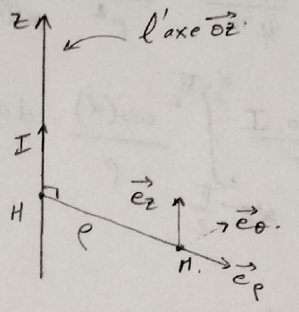
$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$$

A.N : $L = \frac{\sqrt{(440)^2 - (100)^2}}{2\pi \times 50}$

$$\boxed{L = 1,36\ H}$$

Ex3. 20mars. infinie = très long.

1)



* Choix du système du coordonnées :

coordonnées cylindriques (ρ, θ, z)

base $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$

* Invariances :

Le fil conducteur est infini

. I est invariant par translation // à l'axe $\vec{Oz}$

donc $\vec{B}(M)$ ne dépend pas de la coordonnée z.

. I est invariant par rotation autour de l'axe $\vec{Oz}$

donc $\vec{B}$ ne dépend pas de la coordonnée θ qui définie cette rotation.

⚠ si on prend $\rho = 0$ càd M est confondu avec H donc le courant = I et si $\rho \neq 0$ le courant = 0 donc le courant dépend que de ρ.

. $\vec{B}$ ne dépend que de ρ.

* Symétrie :

⚠ le symétrique d'un point du fil est lui même par rapport à $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$

Le plan $\pi(\vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$ qui contient M est un plan de symétrie pour la distribution du courant.

donc $\vec{B}(M) \perp \pi(\vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$.

donc : $\vec{B}(M) \,//\, \vec{e}_\theta$.

⚠ Pour connaître le sens du $\vec{B}(M)$, on fait le pouce au sens du courant et les autres doigts représente le sens du $\vec{B}(M)$.

⚠ si on a le courant I vers le bas, on aura le sens du $\vec{B}(M)$ opposé à $\vec{e}_\theta$.

. Sens de $\vec{B}$:

on applique la règle de la main droite

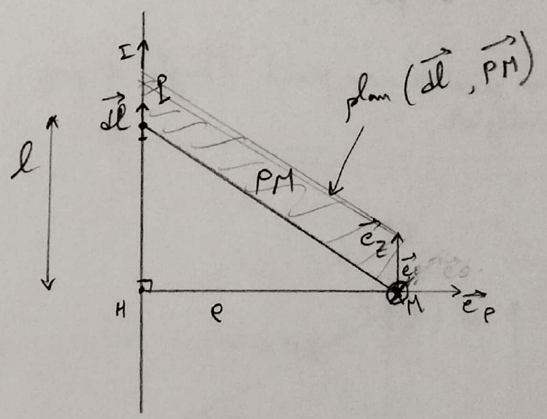
$\vec{B}$ a le même sens que $\vec{e}_\theta$.

on a : $\vec{B}(M) = B(\rho) \cdot \vec{e}_\theta$.

* Expression de $B(\rho)$: Loi de Biot et Savart.

Un élément de courant centré en P $I\vec{dl}(P)$ produit au point M. le champ élémentaire $d\vec{B}(M)$.

$$d\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\vec{dl} \wedge \vec{PM}}{PM^3}$$



. direction de $\vec{dB}$:

$\vec{dB} \perp$ plan $(\vec{dl}, \vec{PM})$

$\vec{dB} \perp (\vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$ donc $\vec{dB} \,//\, \vec{e}_\theta$.

⚠ $\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{c}$ donc $\vec{c}$ est de sens entrant

⚠ Pour connaître le sens de $\vec{B}$

* Pour connaître le sens du produit vectoriel on tourne mes doigts de $\vec{a}$ vers $\vec{b}$ et on allong le pouce pour connaître le sens du $\vec{c}$.

. module de $\vec{dB}$

$$dB = |\vec{dB}| = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\,|\vec{dl} \wedge \vec{PM}|}{PM^3}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{dl \times PM}{PM^3} \cdot \sin(\vec{dl}, \vec{PM})$$

$$= \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{PM^2} \cdot \sin(\beta) .$$

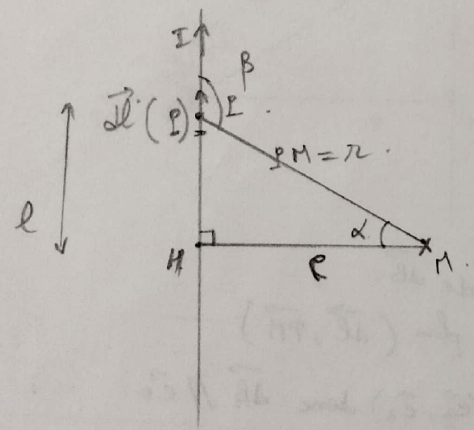
• le champ total au point M a pour module

$$B(M) = \int_{P \in fil} dB(M)$$

↳ on intège (on fait la somme) sur tout point P du fil.

$$B(M) = \int_{P \in fil} \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \cdot \frac{dl(P)}{PM^2} \cdot \sin(\beta)$$

⚠ en général on prend l'angle α pour intégrer.



on prend α comme variable d'integration
on exprime $PM = r$, $\sin(\beta)$ et dl en fonction de α.

or, $\pi - \beta + \frac{\pi}{2} + \alpha = \pi$

$$\beta = \alpha + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin(\beta) = \cos(\alpha)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{\rho}{r} \Rightarrow \frac{1}{PM^2} = \frac{1}{r^2} = \frac{\cos^2(\alpha)}{\rho^2}$$

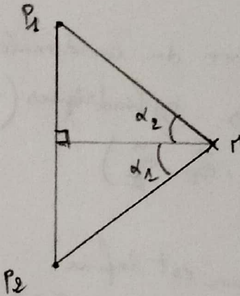
on a: $\tan(\alpha) = \frac{l}{\rho}$

$$d(\tan(\alpha)) = \frac{dl}{\rho} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \cdot d\alpha = \frac{dl}{\rho}$$

Donc:

$$B(M) = \int \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \cdot \frac{\cos^2(\alpha)}{\rho^{\cancel{2}}} \cdot \frac{\cancel{\rho}}{\cos^2(\alpha)} \cos(\alpha)\, d\alpha .$$

$$B(M) = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \int_{\alpha_1 = -\frac{\pi}{2}}^{\alpha_2 = \frac{\pi}{2}} \frac{\cos(\alpha)}{\rho} . d\alpha .$$



et puisqu'on a un fil infini donc:
$P_1 \longrightarrow +\infty$ et $P_2 \longrightarrow -\infty$

$$B(M) = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \times \frac{1}{\rho} . \left[\sin(\alpha)\right]_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}$$

$$B(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi \rho} .$$

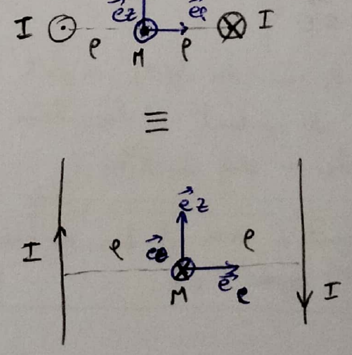
D'où;

$$\boxed{\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 . I}{2\pi . \rho} \vec{e_\theta} .}$$

↳ Conclusion : $\vec{B}(M)$ depend de ρ. si $\vec{B}(M)$ est proche du fil le $\vec{B}(M)$ est fort. a une valeur importante.

Conclusion
$\vec{B}(M)$ est significatif au voisinage du fil.

2)



Soit $\vec{B_1}(M)$ le champ produit par le fil (1) au point M.

Soit $\vec{B_2}(M)$ le champ produit par le fil (2) le fil (2) au point M.

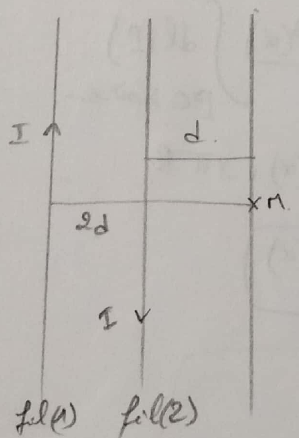
le champ total produit par les 2 fils en M est : $\vec{B}(M) = \vec{B_1}(M) + \vec{B_2}(M)$

or, $\vec{B_1}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \rho} \cdot \vec{e_\theta}$: m̂ expression que $\vec{B}(M)$ mais il faut vérifier son sens avec $\vec{e_\theta}$.

$\vec{B_2}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi \rho} \cdot \vec{e_\theta}$

D'où : $\boxed{\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I}{\pi \cdot \rho} \vec{e_\theta}}$

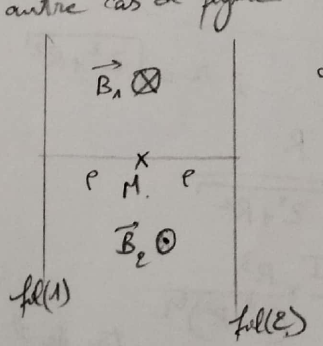
⚠ autre cas de figure pour qst 2 :



$\vec{B_1}(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi(2d)} \vec{e_\theta}$

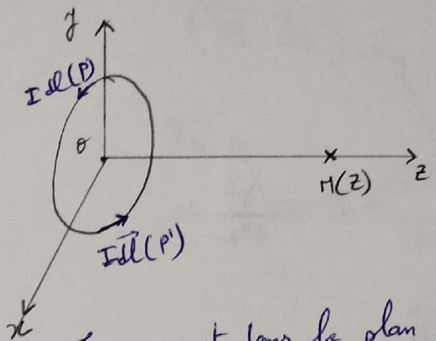
$\vec{B_2}(M) = \frac{\mu_0 I}{4\pi(d)} \cdot (-\vec{e_\theta})$

⚠ autre cas de figure



donc $\vec{B}(M) = \vec{0}$.

Ex4:



La spire est dans le plan (ox, oy)

1) Symétrie :

- le plan $\pi'(ox, oz)$ qui contient M est un plan d'antisymétrie pour la distribution du courant.

  donc $\vec{B}(M) \in \pi'(ox, oz)$

- le plan (oy, oz) qui contient M est un plan d'antisymétrie

  donc $\vec{B}(M) \in (oy, oz)$.

- donc $\vec{B}(M) \in$ à l'intersection des 2 plans (ox, oz) et (oy, oz)

$\Rightarrow$ d'où, $\vec{B}(M) \parallel (oz)$

⚠ • pour le fil : le pouce représente I
• mais pour la spire : les doits représente I

- Le sens de $\vec{B}$ est déterminé à l'aide de la règle de la main droite

$\Rightarrow \vec{B}(M)$ est dans le m̂ sens que $\vec{oz}$.

$\Rightarrow \vec{B}(M) = B(M) \cdot \vec{e_z}$.

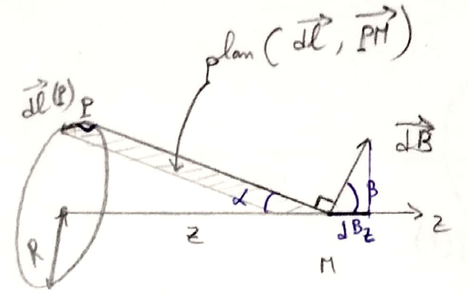
2) Expression de $\vec{B}(M)$

Loi de Biot et Savart

Un élément de courant centré en P : $I\vec{dl}(P)$ produit au point M le champ élémentaire $\vec{dB}(M)$

$$\vec{dB}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot \vec{dl}(P) \wedge \vec{PM}}{PM^3}$$

$\vec{dB} \perp (\vec{dl}, \vec{PM})$



• module de $\vec{dB}$:

$$dB = |\vec{dB}| = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times \frac{1}{PM^3} \times |\vec{dl} \wedge \vec{PM}|$$

$$dB = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times \frac{1}{PM^3} \times dl \times PM \times \sin(\vec{dl}, \vec{PM})$$

$$dB = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times \frac{dl}{PM^2} \times \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$\boxed{dB = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times \frac{dl}{PM^2}}$$

• la composante de $\vec{dB}$ suivant Oz est : $dB_z = \vec{dB} \cdot \vec{e_z}$

⚠ quand on dit scalaire, on dit la projection

• la projection de $\vec{dB}$ sur l'axe $\vec{Oz}$.

$$dB_z = dB \cdot \cos(\beta)$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \cdot \frac{dl}{PM^2} \cdot \cos(\beta)$$

on pose : $PM = r$.

on exprime β en fonction de α.

on a : $\alpha + \frac{\pi}{2} + \beta = \pi$

d'où : $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$

$$\cos(\beta) = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$\cos(\beta) = \sin(\alpha).$$

on exprime $r = PM$ en fonction de α.

on a : $\sin(\alpha) = \frac{R}{r} \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{\sin(\alpha)}{R}$

c-à-d $\sin(\alpha) = \frac{R}{r}$

⚠ on a le choix d'exprimer r en fct de α ou de z c-à-d $\tan(\alpha) = \frac{R}{z}$

on a alors :

$$dB_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times dl \times \frac{\sin^2(\alpha)}{R^2} \times \sin(\alpha)$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \times \frac{dl}{R^2} \times \sin^3(\alpha).$$

$$B_z = \int_{P \in \text{spire}} dB_z.$$

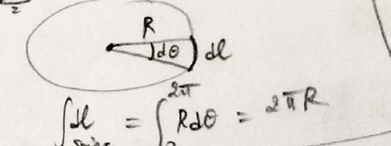
$$= \int_{P \in \text{spire}} \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl(P)}{R^2} \times \sin^3(\alpha)$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot I \sin^3(\alpha)}{4\pi \times R^2} \int_{P \in \text{spire}} dl(P)$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \times R^2} \times \sin^3(\alpha) \times 2\pi R.$$

$$\boxed{B_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{2R} \cdot \sin^3(\alpha)}$$

⚠



$$\int_{\text{spire}} dl = \int_0^{2\pi} R\, d\theta = 2\pi R$$

on a : $\sin(\alpha) = \frac{R}{r}$; $r = \sqrt{z^2 + R^2}$

donc : $\sin(\alpha) = \frac{R}{\sqrt{z^2 + R^2}}$

d'où $B_z = \frac{\mu_0 \cdot I}{2R} \times \frac{R^3}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$

au centre de l

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

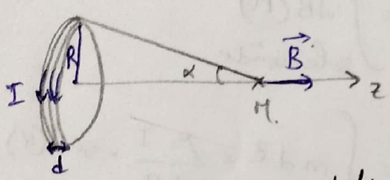
au centre de la spire ($M \equiv O$)

$z=0$, le champ magnétique est égale à :

$$\boxed{B_z(O) = \frac{\mu_0 . I}{2R}}$$

3) Champ produit par une bobine plate comportant N spires parcourues par le courant I, en un point M de l'axe $\vec{Oz}$ de la spire.

Bobine plate est un enroulement de N spires de rayon R. tq : $R \gg d$
↳ épaisseur



on considère dans une bobine plate que les spires sont confondues.

donc le champ créé par la bobine plate en un point M. est égale à N fois le champ créé par une spire.

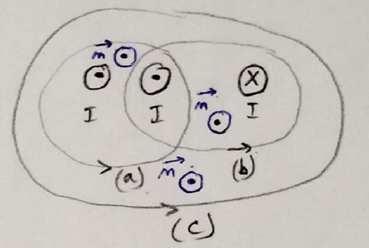
donc :

$$\boxed{\vec{B}(M) = N \times \frac{\mu_0 . I}{2R} . \sin^3(\alpha) . \vec{e_z}}$$

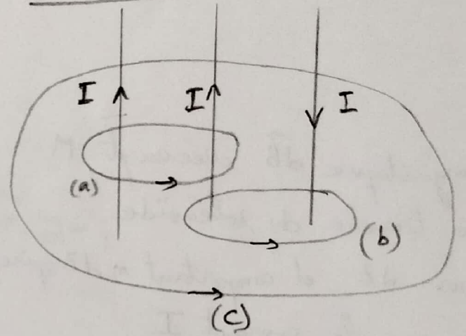
le champ créé par une bobine plate au centre O est :

$$\boxed{\vec{B}(O) = N \times \frac{\mu_0 I}{2R} . \vec{e_z}}$$

Ex5 :



Autrement :



- Les trois courants produisent un champ magnétique $\vec{B}$.

Soit (Γ) un contour fermé orienté enlaçant certain de ces courants.

on a d'après le théorème d'Ampère :

$$\oint_\Gamma \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 . \sum \pm I_k \text{ enlacé par } (\Gamma).$$

- Soit $(\Gamma) = (a)$: le contour (a)

$$\oint_{(a)} \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 . (I + I) = 2\mu_0 . I$$

- Soit $(\Gamma) = $ contour (b).
gamma

$$\oint_{(b)} \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 (I - I) = 0$$

- Soit $(\Gamma) = $ contour (c)

$$\oint_{(c)} \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 . (I + I - I) = \mu_0 . I$$

UNIVERSITE MOHAMED Ier
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI S4
OUJDA

TD ELECTRICITE SERIE N°3

Exercice 1 : sera dans l'exam

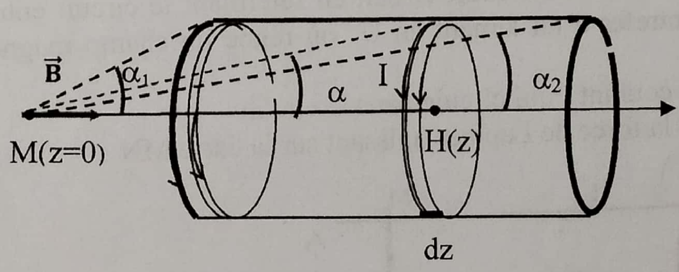
On considère un solénoïde de longueur L comportant N spires jointives circulaires de rayon R, parcourues par un courant continu d'intensité I. On pose n le nombre de spires par unité de longueur. On notera M un point de l'axe $\overrightarrow{OZ}$ du solénoïde et α_1, α_2 les angles sous lesquels depuis M, on voit les faces extrêmes du solénoïde.
On rappelle qu'une spire centrée en H vue du point M sous l'angle α, crée au point M le champ magnétique

$$\vec{b}(M) = \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3(\alpha)\vec{e}_z$$

1-Calculer le champ magnétique élémentaire $\overrightarrow{dB}$ crée au point M par une tranche du solénoïde de longueur dz, constituant une bobine plate comportant ndz spires

2- En déduire l'expression du champ magnétique total $\vec{B}$, crée au point M par le courant I.

3- Si la longueur du solénoïde devient infinie, donner l'expression du champ magnétique en un point de l'axe.

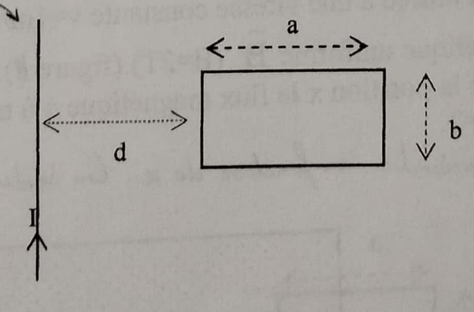


Exercice 2 Application du calcul du flux.

Une spire rectangulaire de cotés aet b est placée dans le champ magnétique $\vec{B}$ d'un fil rectiligne infini parcouru par un courant I. La spire et le fil sont situés dans un même plan vertical et sont distant de d.

Calculer le flux de $\vec{B}$ à travers la spire

fil considéré ∞

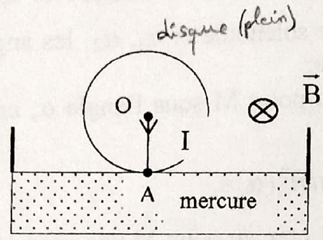


Exercice 3 : exo pédagogique très connu (la roue de Barlow)

On considère la roue de Barlow constitué d'un disque conducteur de centre O de rayon R et qui peut tourner librement autour d'un axe Δ passant par O. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme parallèle à Δ. Cette roue est reliée à un générateur de tension continu débitant un courant d'intensité I qui circule dans le disque le long du rayon OA (A est le point de contact du disque avec le mercure).(voir Figure)

1-Donner l'expression de la force de Laplace élémentaire $\overrightarrow{\mathbf{dF}}$ exercée sur un élément de longueur dl de OA. Préciser le sens de $\overrightarrow{\mathbf{dF}}$.

2-Déterminer la force de la palce résultante $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ qui s'exerce sur le rayon OA. Quel est l'effet de cette force sur la roue

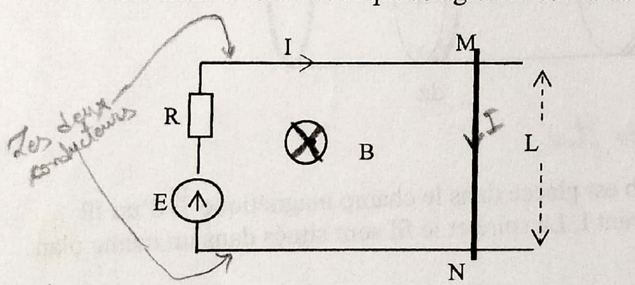


Exercice 4 Application de la force de Laplace

On considère deux conducteurs parallèles formant un "rail de Laplace" sur lequel peut se déplacer une barre mobile conductrice MN (voir figure). Le générateur a une f.é.m E = 10 V et une résistance interne R = 10 Ω, la barre MN de longueur totale L= 4cm a une résistance négligeable ; elle crée un court-circuit en refermant le circuit entre les deux rails. On place MN dans l'entrefer d'un aimant en U où règne un champ magnétique uniforme de norme B=0.1T

1-Calculer le courant I qui circule dans le circuit

2-Déterminez la force de Laplace agissant sur la barre MN

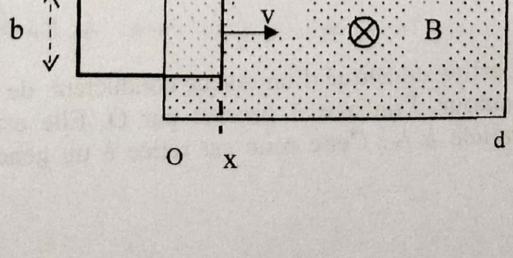


Exercice 5 :

On considère une bobine rectangulaire de côtés a et b formé de N spires de résistance totale R=16Ω. La bobine est attirée à une vitesse constante v=1m/s dans une région d'épaisseur d, où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ (B=2T) (figure 1).

1) Tracer en fonction de la position x le flux magnétique ϕ à travers la bobine. On donne b=4cm ; a=10cm ,d=15cm, N=2.

2) calculer la f.e.m induite en fonction de x. En déduire le courant induit i en fonction de x.



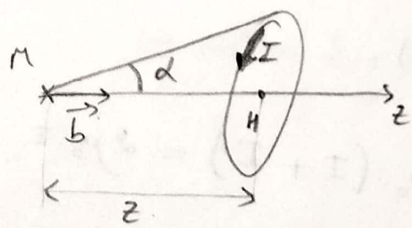
Série 3:

Ex1:

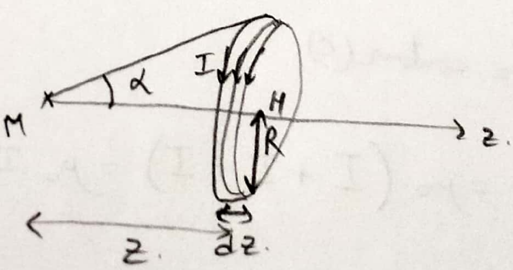
1) Champ magnétique $\vec{dB}$ crée au pt M par une tranche du solénoïde de largeur dZ et comportant $n.dZ$ spires parcourues par le courant I. j'ai pas bien compris!

Sachant que le champ crée au pt M par une spire parcourue par I et vue sous l'angle α de M est:

$$\vec{b} = \frac{\mu_0 . I}{2R} . \sin^3(\alpha) . \vec{e_z}.$$



le champ crée au pt M par une tranche du solénoïde de longueur dZ vue sous l'angle α est:



$L \xrightarrow{\text{contient}} N$ spire

$dZ \longrightarrow n \times dZ$ spire

la bobine plate de longueur (dZ) contient $(n\,dZ)$ spires et produit au point M le champ élémentaire:

$$\vec{dB}(M) = n\,dZ . \vec{b}$$

$$= n . dZ \times \frac{\mu_0 . I}{2R} . \sin^3(\alpha) . \vec{e_z}.$$

2) le champ total produit au pt M par le solenoïde est:

$$\vec{B}(M) = \int_{\text{solénoïde}} \vec{dB}(M).$$

$$\vec{B}(M) = \int_{\text{solénoïde}} n\,dZ \times \frac{\mu_0 . I}{2R} \times \sin^3(\alpha) . \vec{e_z}.$$

on prend comme variable d'intégration l'angle α:

on exprime dZ en fonction de α,

On a:

$$\cotg(\alpha) = \frac{Z}{R}.$$

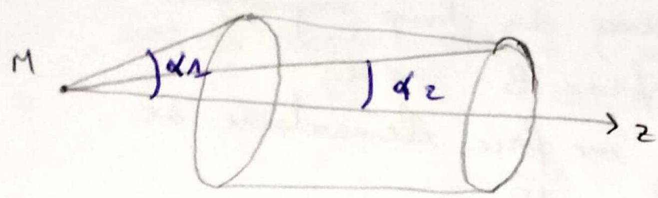
$$d(\cotg(\alpha)) = d\left(\frac{Z}{R}\right).$$

$$-\frac{1}{\sin^2(\alpha)} d\alpha = \frac{1}{R} dZ.$$

on a alors: $dZ = \frac{-R}{\sin^2(\alpha)} . d\alpha$

on obtient:

$$\vec{B}(M) = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} n \times \left(\frac{-R}{\sin^2(\alpha)} d\alpha\right) \times \frac{\mu_0 I}{2R} \times \sin^3(\alpha)\, \vec{e_z}$$



$$\vec{B}(M) = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} -n \times \frac{\mu_0 I}{2} \times \sin(\alpha) \cdot d\alpha \cdot \vec{e_z}$$

$$\vec{B}(M) = \frac{-n \times \mu_0 I}{2} \left[-\cos(\alpha)\right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cdot \vec{e_z}$$

$$\boxed{\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{2} \times \left(\cos(\alpha_2) - \cos(\alpha_1)\right) \cdot \vec{e_z}}$$

3) Si la longueur du solénoïde est infini, on a:

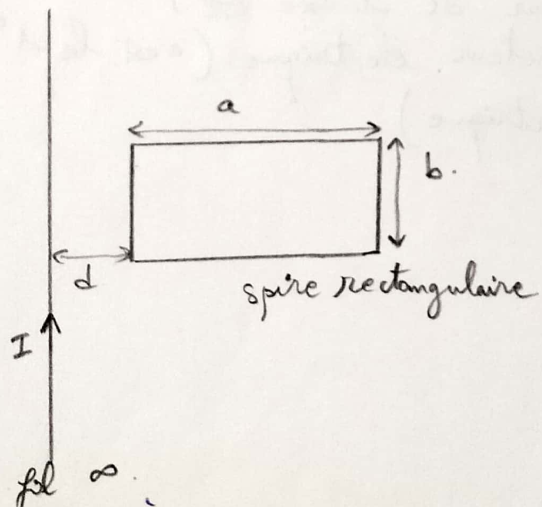
$\alpha_1 = \pi$ et $\alpha_2 = 0$

d'où:

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot n I}{2} \left(\cos(0) - \cos(\pi)\right) \cdot \vec{e_z}$$

$$\boxed{\vec{B}_\infty(M) = \mu_0 \cdot n I \cdot \vec{e_z}}$$ À connaitre.

Ex 2 : Application directe du calcul du flux.

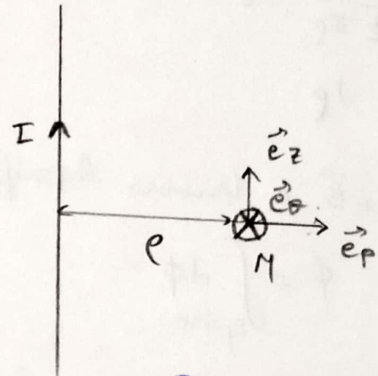


⚠ À connaître

- l'exp. $\vec{B}$ crée par un fil ∞ à c
- l'exp $\vec{B}$ crée par par un spire
- l'exp. $\vec{B}$ crée par un solénoïde ∞

Calculer le flux ϕ du champ $\vec{B}$ crée par le fil à travers la spire :

Soit $\vec{B}$ le champ magnetique crée par le fil infini parcouru par le courant I au point M:



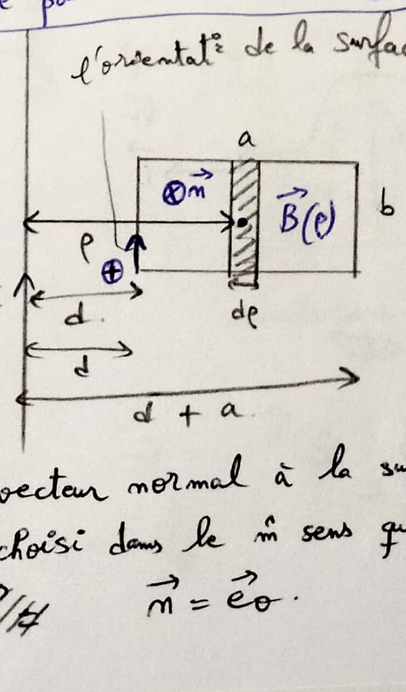
on a: $$\boxed{\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\rho} \cdot \vec{e_\theta}}$$

Considérons une surface élémentaire dS de la spire de longueur b et de largeur dρ situé à une distance ρ du fil :

$$dS = b \cdot d\rho$$

⚠ Pour choisir la orientat° du contour on choisit la règle de la main droite t.q. $\vec{n}$ et $\vec{B}$ ont m̂ sens

↑ juste pour avoir le sens ⊕



le vecteur normal à la surface (S) est choisi dans le m̂ sens que $\vec{B}$.

~~$\vec{B}$//~~ $\vec{n} = \vec{e_\theta}$.

On a : vecteur surface élémentaire :

$$\vec{dS} = dS \cdot \vec{n} = dS \cdot \vec{e_\theta}$$

le flux élémentaire de $\vec{B}$ à travers dS.

est, $d\phi = \vec{B} \cdot \vec{dS}$

$$= \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\rho} \cdot \vec{e_\theta} \cdot b \cdot d\rho \cdot \vec{e_\theta}.$$

$$d\phi = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\rho} b \cdot d\rho$$

le flux total de $\vec{B}$ à travers la surface de la spire est, $\phi = \int_{spire} d\phi$.

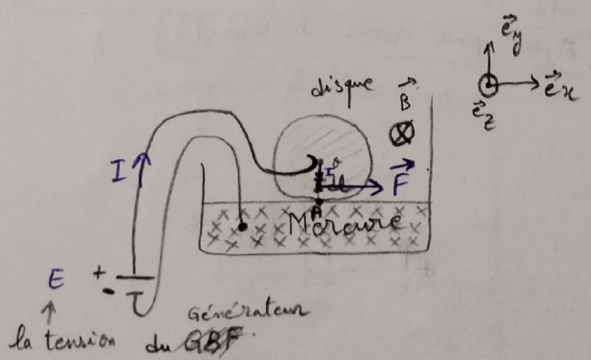
$$\phi = \int_d^{d+a} \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\rho} \cdot b \cdot d\rho$$

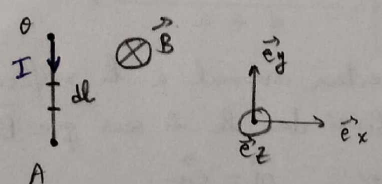
$$\phi = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi} b \int_d^{d+a} \frac{d\rho}{\rho}.$$

$$\phi = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi} \times b \left[\ln(\rho) \right]_d^{d+a}$$

$$\boxed{\phi = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi} \times b \times \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)}$$

Ex 3 :





1) Un élément de longueur de OA en présence du champ magnétique uniforme $\vec{B}$. (garde la direction, intensité et sens constant)

Subit une force élémentaire de Laplace $\vec{dF}$

$$\boxed{\vec{dF} = I\vec{dl} \wedge \vec{B}}$$

La force de Laplace : À connaître.

$$\vec{dF} = I\, dl\, (-\vec{e_y}) \wedge B\, (-\vec{e_z}).$$

$$\vec{dF} = I\, dl\, B\, (\vec{e_y} \wedge \vec{e_z}). \quad (\vec{e_x}, \vec{e_y}, \vec{e_z})$$

$$\boxed{\vec{dF} = I \cdot dl \cdot B\, \vec{e_x}}$$

2) Force de Laplace résultante exercée sur le rayon OA.

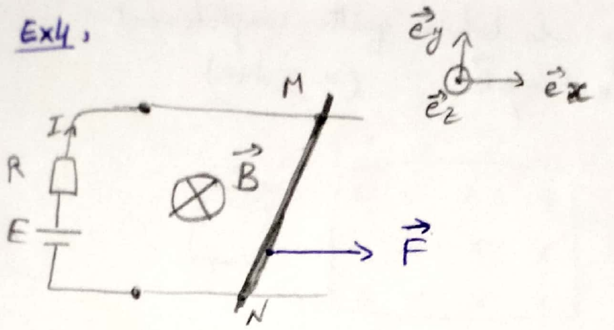
$$\vec{F} = \int_{OA} \vec{dF} = \int_{OA} I\, dl \times B\, \vec{e_x}.$$

$$\vec{F} = I \cdot B \int_{OA} dl \cdot \vec{e_x}$$

$$\boxed{\vec{F} = I \times B \times OA \times \vec{e_x} = I B \times R \times \vec{e_x}}$$

La force $\vec{F}$ fait tourner le disque autour de l'axe (Δ), on a réalisé un moteur électrique (c'est le 1^er^ moteur électrique).

Ex4 :



1) $E = R \cdot I$.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10\,V}{10\,\Omega} = 1\,A.$$

2) Un élément de longueur dl de la barre mobile en présence du champ magnétique $\vec{B}$ subit la force élémentaire de laplace $d\vec{F}$.

$$\boxed{\vec{dF} = I\vec{dl} \wedge \vec{B}}$$

or, $\vec{dl} = dl\,(-\vec{e}_y)$

et $\vec{B} = B\,(-\vec{e}_z)$

d'où : $\vec{dF} = I.dl \times B.(\vec{e}_y \wedge \vec{e}_z)$

$$\boxed{\vec{dF} = I dl \times B \times \vec{e}_x}$$

- Force de Laplace résultante exercée sur la barre :

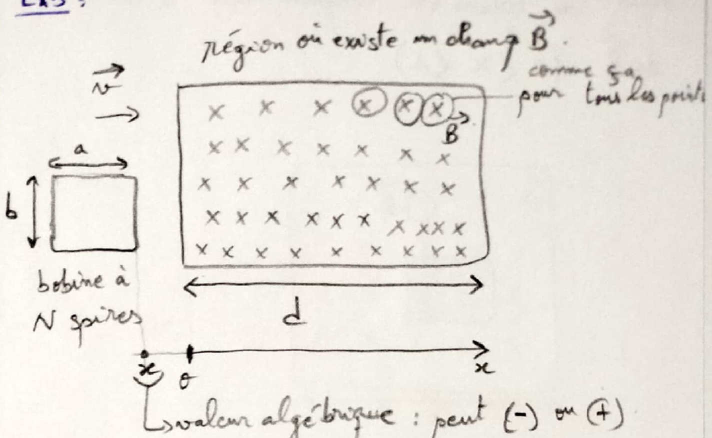
$$\vec{F} = \int_{MN} d\vec{F} = \int_{MN} I\,dl \times B\,\vec{e}_x$$

$$\vec{F} = I \times B \times \int_{MN} dl\,\vec{e}_x$$

$$\boxed{\vec{F} = I \times B \times MN \times \vec{e}_x = I.B \times L \times \vec{e}_x}$$

La force $\vec{F}$ déplace la barre du gauche vers la droite

Ex5 :



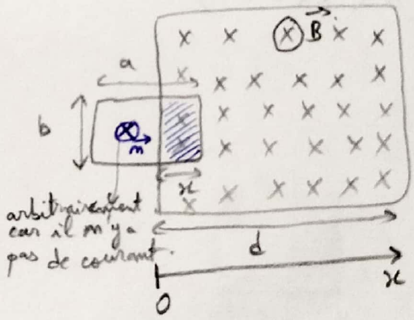
1) Calculons le flux de $\vec{B}$ à travers la bobine :

1^er cas : La bobine est dehors du champ $\vec{B}$.

$x<0$: la bobine n'est pas traversé par le champ $\vec{B}$.

- le flux de $\vec{B}$ à travers la bobine est : $\boxed{\Phi = 0.}$

2^ème cas : Une partie de la bobine se trouve dans le champ $\vec{B}$. $(0 < x < a)$



- la surface de la bobine traversée par $\vec{B}$ est : $S = x \times b$.
- le flux de $\vec{B}$ à travers la bobine

$$\Phi = N \cdot \iint_{S(\text{spire}) \text{ traversé par } \vec{B}} \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

$$= N \cdot \iint_S \vec{B} \cdot \vec{m} \cdot dS$$

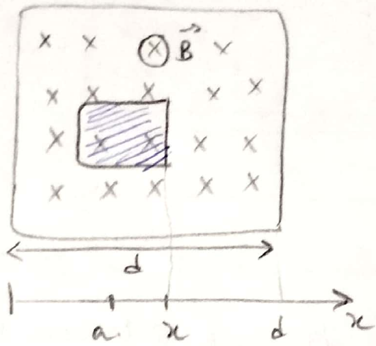
$$= N \cdot \iint_S B \cdot dS$$

$$= N \times B \times \iint_S dS$$

$$= N \times B \times S.$$

$$\boxed{\Phi = N \times B \times x \times b.}$$

$3^{ème}$ cas : la bobine est complètement à l'intérieur de $\vec{B}$ $(a < x < d)$

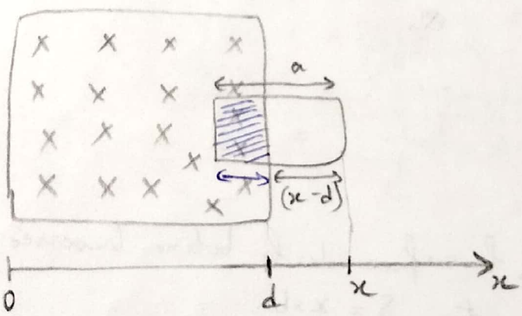


- La surface traversée par $\vec{B}$ est :
  $S = a \times b$.
- le flux de $\vec{B}$ à travers la bobine est :

$$\phi = N \times B \times S$$

$$\boxed{\phi = N \times B \times a \times b}$$

$4^{ème}$ cas : Une partie de la bobine quitte le champ $\vec{B}$. $(d < x < d + a)$



- la surface de la bobine traversée par $\vec{B}$:

$$S = b \times (a - (x-d))$$

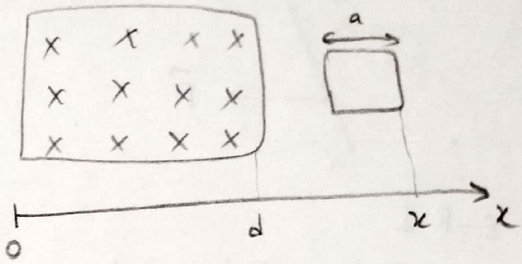
$$= b \times (a + d - x).$$

- le flux à travers la partie de la bobine de surface S :

$$\phi = N \times B \times S.$$

$$\boxed{\phi = N \times B \times (a + d - x)}$$

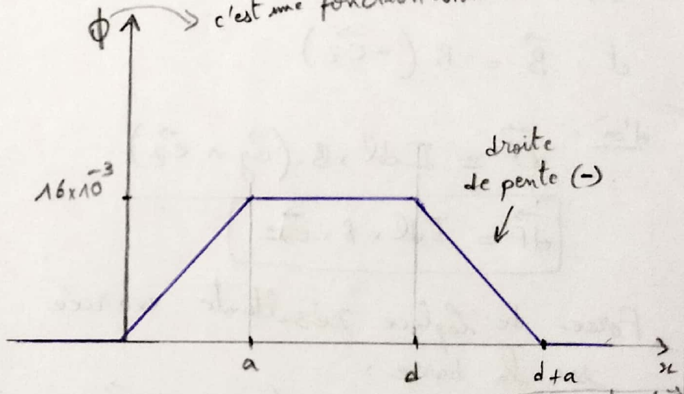
$5^{ème}$ cas : la bobine quitte complètement le champ $\vec{B}$. $(x > d + a)$



$$\boxed{\phi = 0}$$

Résumé :

- $x < 0$: $\phi = 0$.
- $0 < x < a$: $\phi = N \times B \times b \times x = 2 \times 2 \times 4 \times 10^{-2} \times x = 16 \times 10^{-2} x$ (wb). $16 \times 10^{-2} x$ (wb)
- $a < x < d$: $\phi = N \times B \times a \times b = 16 \times 10^{-3}$ (wb).
- $d < x < d + a$: $\phi = N \times B \times b \times (a + d - x) = (16 \times 10^{-2})(25 \times 10^{-2} - x)$
- $x > d + a$: $\phi = 0$



2) f.e.m induite

⚠ Condit° :
1) Spire dans le $\vec{B}$
2) $\vec{B}$ varie
3) direct° de $\vec{B}$ varie

Loi de Faraday : $e = \dfrac{-d\phi}{dt}$.

1^{er} cas : $x < 0 \Rightarrow \phi = 0 \Rightarrow e = 0$ (V)

$2^{ème}$ cas : $0 < x < a \Rightarrow \phi = 16 \times 10^{-2} x$

$$\Rightarrow e = -\frac{d\phi}{dt} = -16 \times 10^{-2} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\Rightarrow e = -16 \times 10^{-2} \cdot v$$

$$e = -16 \times 10^{-2} \times 1$$

$$e = -16 \times 10^{-2} \; \cancel{(m/s)} \; (V).$$

↳ la f.em s'oppose au $\vec{B}$

$3^{ème}$ cas : $a < x < d$: $\phi = 16\times10^{-3}$ (wb)

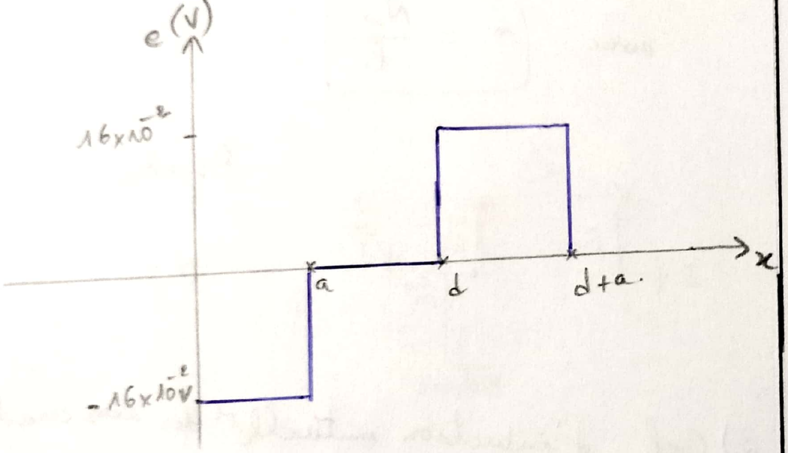
$$e = \frac{-d\phi}{dt} = 0\,(V)$$

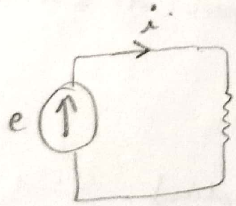
$4^{ème}$ cas ; $d < x < d+a$; $\phi = 0{,}04 - 16\times10^{-2}x$.

$$e = \frac{-d\phi}{dt} = +16\times10^{-2}\frac{dx}{dt} = +16\times10^{-2}v$$

$$e = 16\times10^{-2}\,(m/s)\,(V)$$

$5^{ème}$ cas ; $x > d+a$: $\phi = 0 \Rightarrow e = 0$.





$e = Ri$

$i = \frac{e}{R}$.

• La bobine est le siège d'une f.e.m qui fait circulé un courant induit i dans la bobine de résistance R, donc, on a ; $e = R.i$.

càd, $i = \frac{e}{R}$.

UNIVERSITE MOHAMED I[er]
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI S4
OUJDA

⚠ si on a une bobine = N× spire

TD ELECTRICITE SERIE N°4

✓Exercice 1

(Δ)

Une spire circulaire conductrice de rayon R ,tourne autour d'un axe fixe de son plan avec la vitesse angulaire constante ω .La spire est palcé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et perpendiculaire à l'axe Δ ~~(figure 4)~~. On notera par α l'angle existant à l'instant t≠0, entre $\vec{B}$ et la normale au plan de la spire à l'instant t≠0. A l'instant t=0 α=0 ($\vec{B}$ et la normale au plan de la spire sont colinéaires). $\alpha = \omega t$

1-Déterminer en fonction du temps le flux Φ du champ magnétique $\vec{B}$ à travers la spire.

2-En utilsant la loi de Faraday, déterminer l'expression de la force électromotrice e(t)

3- Si ρ est la résistance de la spire, déterminer le courant i induit qui va apparaître dans la spire

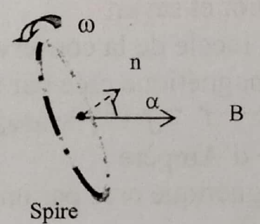


Fig 4

(ça sera la m̂ chose)

✓ Exercice 2 peut être à l'exam et le calculer pour $R_b < R_s$

Un solénoïde infini de rayon R_s, comportant n spires par unité de longueur, a même axe qu'une bobine plate composée de N_b spires circulaires de rayon $R_b = R_s$. ($R_b = R_s$)
Les spires du solénoïde sont parcourues par le courant d'intensité I (figure).

1- Rappeler l'expression du champ magnétique produit par le solénoïde infiniment long ~~en tout point M de l'espace~~. à l'intérieur du solénoïde.

2- Calculer le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits

3-S i le courant I est variable dans le tempsI=Im cos(ωt), donner l'expression de la fem induite dans la bobine

4-Donner l'expression du courant induit dans la bobine de résistance R.

$$I = \frac{e}{R} = \frac{\omega . I_m . \sin(\omega t)}{R} . (L + M)$$

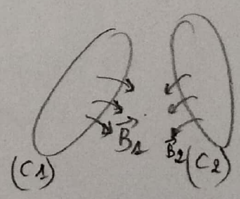
$$\phi \text{ totale} = LI + M.I$$

$$\text{or, } e = \frac{-d\phi}{dt} = -L . \frac{dI}{dt} - M . \frac{dI}{dt}$$

$$e = \omega . I_m . \sin(\omega t) . (L + M)$$

Le flux de $\vec{B}_1$ à travers (C_2) : $\phi_{1\to2} = M . I_1$

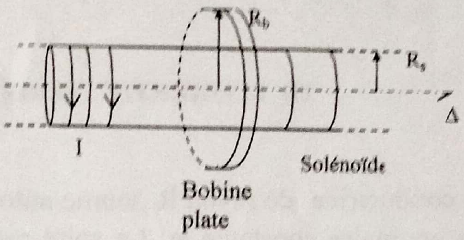
Le flux de $\vec{B}_2$ à travers (C_1) : $\phi_{2\to1} = M I_2$



1

UNIVERSITE MOHAMED Ier
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

ANNEE: 2022-2023
FILIERE : SMI S4
OUJDA



Exercice 3 fait au cours : peut être à l'examen

On considère le circuit éléctrique constité d'une bobine d'inductance L en série avec une résistance R et alimenté par un générateur de tension continu de fem E. on ferme l'interrupteur à t= 0.

1-établir l'équation différentielle du courant qui circule dans le circuit. $e(t) = u_R + u_L$

2-résoudre cette équation et déterminer l'expression de i en fonction du temps.Tracer le graphe de i(t) ? $i(\infty) = I = \frac{E}{R}$

3-Déterminer l'énergie emmagasinée dans l'inductance lorsque le régime permanent est atteint. $E_m = \frac{1}{2} L I^2$

Questions de cours

peut être posé 1-Rappeler la loi de Biot et savart

2-Rappeler l'équation locale de la conservation du flux. : $\mathrm{div}(\vec{B}) = 0$

3-Calculer le champ magnétique crée par un fil infini en utilisant la loi de Biot -Savart Calculer le champ magnétique crée par une spire circulaire en un point de son axe (cours et TD)

4-Rapeler le théorème d'Ampère

Calculer le champ magnétique crée par un fil infini en utilisant le théorème d'Ampère. (cours et TD)

5- Calculer le champ magnétique crée par un solénoïde infini en un point M de son axe.

6-Enoncer la loi de Faraday en précisant dans quelle condition elle s'applique. 1) Variation de $\vec{B}$, 2) de surface, 3) l'angle entre $\vec{B}$ et normale.

- Citer les causes différentes de la variation du flux magnétique

7-Calculer l'inductance L d'un solénoïde long (solénoïde ∞)

8- Etablir l'expression de l'énergie magnétque d'un circuit inductif

L'exp. de M. → Dans le cas de 2 bobines coaxiaux (Ex 2, TD4)
↓
m axe
ou bien 2 solénoïdes.

→ on a : $\vec{B} = \mu_0 \cdot n \cdot I \cdot \vec{e}_z$

càd : $\vec{B} = \mu_0 \cdot \frac{N}{\ell} \cdot I \cdot \vec{e}_z$

or, $\phi_{propre} = N \cdot \iint \vec{B} \cdot \vec{dS}$ (le flux magnétique propre du solénoïde) (flux à travers les N spires)

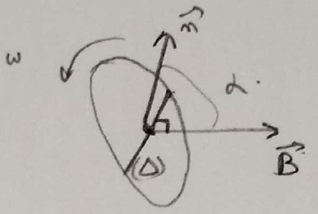
$\phi_{propre} = N \cdot B \cdot S$

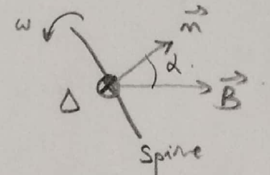
$\phi_{propre} = N \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{\ell} I \cdot S$

or, $L = \frac{\phi_{propre}}{I} = \mu_0 \cdot \frac{N^2}{\ell} S = \mu_0 \cdot \frac{N^2}{\ell} \cdot \pi R^2$

Série 4:

Ex1.





$\alpha = \omega t$ car $\omega = cte$.
et α dépend du temps.

1) flux de $\vec{B}$ à travers la spire:

$$\phi = \iint_{S(spire)} \vec{B} \cdot \vec{dS} = \iint_{S(spire)} \vec{B} \cdot \vec{m} \cdot dS .$$

$$\phi = \iint_{S(spire)} B \times \cos(\alpha) \times dS = B \times \cos(\alpha) \times \iint_{S(spire)} dS.$$

$$\phi = B \times \cos(\alpha) \times S_{spire}$$

$$\boxed{\phi = B \times \cos(\omega t) \times \pi \times R^2}$$

2) force éléctromotrice induite,

$$e = \frac{-d\phi}{dt}.$$: e existe que si ϕ varie
et ϕ depend de t
car $\phi = \dots \times \cos(\omega t) \times \dots$

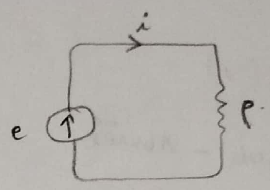
$$e = \frac{-d}{dt}\left(B \times \cos(\omega t) \times \pi \times R^2\right).$$

$$e = -B \times \pi \times R^2 \times \frac{d}{dt}\left(\cos(\omega t)\right).$$

$$\boxed{e = B\pi R^2 \omega \cdot \sin(\omega t)}$$

résistance ρ

• la f.e.m fait circulé dans la spire de ↓
un courant induit



$$e = \rho \cdot i \Rightarrow i = \frac{e}{\rho} = \frac{B\pi R^2 \cdot \omega}{\rho} \cdot \sin(\omega t).$$

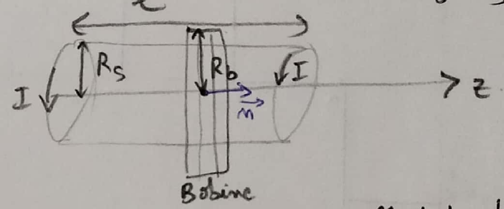
Ex2.

1) Champ crée par le solénoïde:

$$\vec{B} = \mu_0 . n . I . \vec{e_z} .$$

avec : $\boxed{n = \frac{N_{sol}}{l.}}$

$R_b = R_s$.



2) Coef. d'induction mutuelle M des deux circuits:
Calculons ↓ de $\vec{B}$ crée par le solénoïde à travers la bobine.

$$\phi_{1\to 2} = N_b \times \iint_{spire\ (bobine)} \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

(1): solenoïde.
(2): bobine

on le choisit dans le m̂ sens de $\vec{B}$.
↑
arbitraire

$$\phi_{1\to 2} = N_b \cdot \iint_{Spire\ (bobine)} \vec{B} \cdot \vec{n} \cdot dS .$$

$$\phi_{1\to 2} = N_b \times \iint_{S(bobine)} B \cdot dS$$ ($\vec{B}$ et $\vec{n}$ ont m̂ sens)
càd $\vec{B} \cdot \vec{n} = B\cos 0$

$$= N_b \times B \times \iint_{S\ (bobine)} dS .$$

$$= N_b \times B \times S_{bobine}$$ si $R_b < R_s$ en fait $\pi (R_s)^2$

$$= N_b \times B \times \pi \times (R_b)^2 .$$

$$\phi_{1\to 2} = N_b \times \mu_0 . n\, I \times \pi \times R_b^2$$

$$\boxed{M = \frac{\phi_{12}}{I} = \mu_0 \times N_b \times n \times \pi \times R_b^2}$$

Université Mohammed Premier
Faculté des Sciences
Département de Physique

Filière SMI
Semestre 4
Année 2021-2022

Examen d'Electricité 2
Durée 1h30 (A.ESSALHI)

Questions de cours

1- Enoncer la loi la loi de Biot et Savart dans le cas d'un fil conducteur filiforme parcouru par un courant I.

2- Rappeler la relations local de la magnétosatique caractérisant la conservation du flux magnétique

3- Rappeler l'équation intégrale caractérisant la conservation du flux magnétique

4- Théorème d'Ampère

La figure1 représente trois courants filiformes de même intensité I dont un est de sens opposé aux deux autres et trois contours a, b, c fermés et orientés. Déterminer la circulation du champ magnétique $\vec{B}$, le long de chacun de ces contours en appliquant le théorème d'Ampère(Enoncer le théorème) .

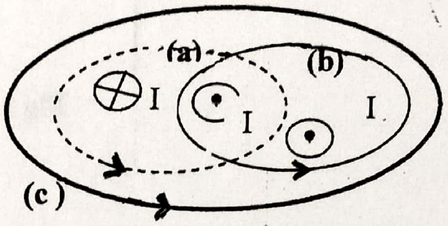


Fig1

5- Enoncer la loi de Faraday.

Exercice 1

On considère le circuit de la figure 2 alimenté par une source de tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ de fréquence f et d'amplitude maximale U_m.

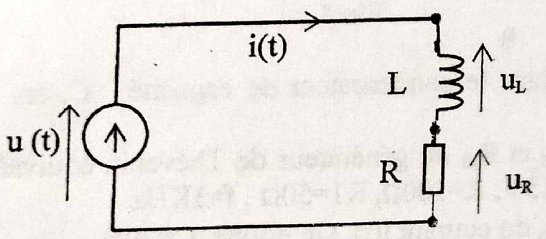
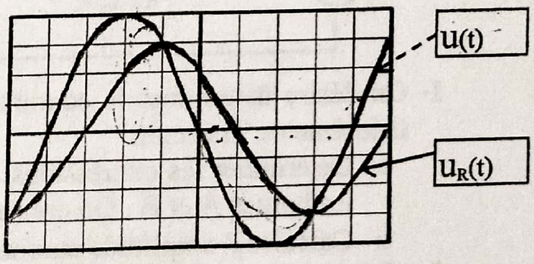


Fig2



Calibre u(t) : *5V/div*
Calibre u_R (t) : *5V/div*
Base de temps : *0,25ms/div*

1- Déterminer à partir des oscillogrammes de u(t) et $u_R(t)$:

a- La période de u(t). En déduire sa fréquence ainsi que sa pulsation.

b- Le déphasage entre u(t) et i(t).

c- L' amplitude maximale U_m de la tensions u(t)

d- L'amplitude maximale U_{Rm} de la tension $u_R(t)$. En déduire l'amplitude maximale I_m de l'intensité du courant. On donne R=400Ω.

2- Calculer l'impédance Z du dipôle formé par R et L

3- Donner l' expression de l'impédance complexe $\bar{Z}$. En déduire la valeur de l'inductance L

4- Tracer le diagramme de Fresnel relatif au circuit.

Exercice 2

On considère un fil conducteur filiforme rectiligne de longueur infinie, parallèle à l'axe Oz, parcouru par un courant continu I et un point M de l'espace situé à la distance ρ du fil (figure 3).

1- En utilisant les propriétés des symétries et d'invariances de la distribution de courant, justifier que le champ magnétique crée par le fil conducteur au point M(ρ,θ, z) est de la forme : $\vec{B}(M) = B(\rho)\vec{e_\theta}$

2- Déterminer, à l'aide de la loi de Biot et Savart, l'expression de $\vec{B}$ crée par le fil au un point M

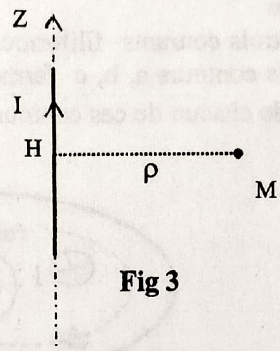


Fig 3

Exercice 3

On considère le circuit de la figure 4, alimenté par une source de tension sinusoidale $e(t) = E_m\cos(\omega t)$ de fréquence f et d'amplitude maximale E_m

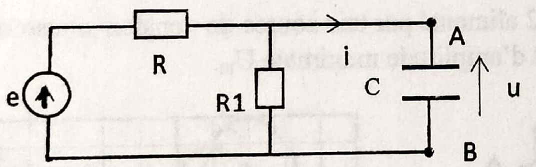


Fig 4

1- On désire déterminer le courant i(t) dans le condensateur de capacité C, en utilisant le théorème de Thévenin.

a- Déterminer les expressions de e_{th} et R_{th} du générateur de Thévenin équivalent vu entre les bornes A et B . On donne E_m=15V, R=100Ω, R1=50Ω , f=1KHz

b- Calculer l' amplitude maximale I_m du courant i(t). On donne C=2μF

2- Calculer l'amplitude maximale U_m de la tension u(t) aux bornes du condenasteur. En déduire sa valeur efficace U

3- Déterminer la puissance active reçue par la condensateur .