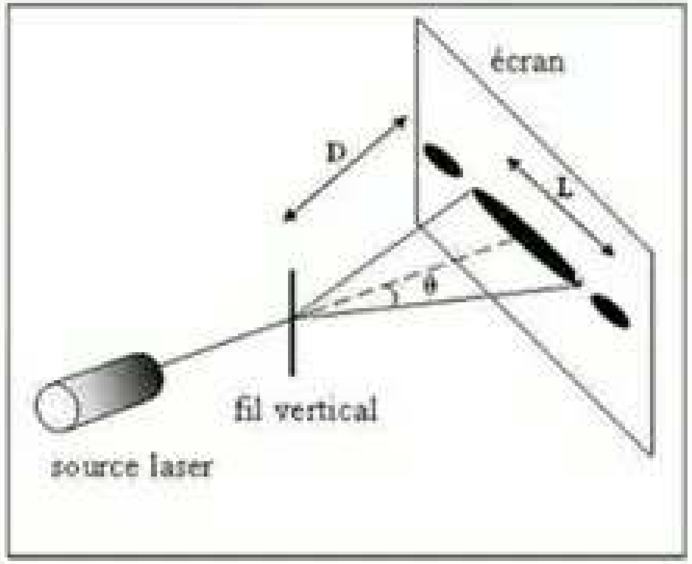
Exercice 2

Données : λ= 623,8nm, D= 3m, L=7,5cm

1) Comment s'appelle le phénomène mis en évidence dans cette expérience ?



2) Sachant que l'expression de l'écart angulaire θ entre le milieu de la frange centrale et l'une de ses extrémités est :

$\theta = \lambda/a$

Déterminer l'expression de a en fonction de : D, L et A

Calculer la valeur de a.

3) On remplace la source laser par une autre source laser de longueur d'onde λ' et on obtient une frange centrale de de largeur L'=8cm. Donner l'expression de λ' en fonction de λ, L et L'. Calculer la valeur de λ'.

4) On envoie un faisceau lumineux monochromatique émis par une source laser sur la face d'un prisme en verre d'indice de réfraction n=1,58. on donne :

La longueur d'onde de l'onde dans l'air est : $\lambda_0 = 665{,}4$nm

La vitesse de propagation de la lumière dans l'air : $C=3.\ 10^8$ m/s

4.1) Calculer la valeur de v vitesse de propagation du faisceau lumineux dans le prisme.

4.2) Déterminer la valeur de la longueur de l'onde lumineuse λ durant sa propagation dans le prisme.

LYCEE PILOTE SFAX

DEVOIR DE CONTROLE

(Ⅱ)

Matière : SCIENCES PHYSIQUES

Année scolaire : 2015-2016
1er Trimestre
DUREE DATE CLASSES

Professeurs : Mmes : ABDELJABBAR . M _ Mr : AMMAR

CHIMIE (7 points)

Exercice n°1 (4 pts)

On étudie la cinétique de la réaction entre les ions iodure I^- et les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ d'équation :

$$2\,I^- + S_2O_8^{2-} \longrightarrow I_2 + 2\,SO_4^{2-}$$

Pour cela, on prépare à l'instant de date **t = 0**, des erlenmeyers portés à une température constante T, contenant chacun :

- un volume **V_1 = 20 mL** d'une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration C_1.
- un volume **V_2 = 30 mL** d'une solution de peroxodisulfate de potassium ($2\,K^+ + S_2O_8^{2-}$) de concentration C_2.

1°) Dresser le tableau d'évolution du système en fonction de l'avancement volumique **y** de la réaction relatif à l'un des mélanges, en fonction de C_1 et C_2.

2°) A une date choisie, on dose la quantité de matière de I_2 formée dans un erlenmeyer par une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de variation de la molarité de I_2 en fonction du temps **(figure (1) de la feuille annexe)**

A partir de la courbe de la figure (1)

a- Préciser le ou les caractère(s) de la réaction étudiée.

b- Définir et déterminer le temps de demi-réaction **$t_{1/2}$**.

3°)a- Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique.

b- Calculer sa valeur à l'instant de date **t_1= 20 min.**

c- Comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps ? Justifier graphiquement la réponse et préciser la cause de cette variation.

d- Déterminer l'instant de date **t_2** pour lequel la valeur de la vitesse moyenne de la réaction entre les instants **$t_{1/2}$** et **t_2** est égale à la valeur de la vitesse instantanée à l'instant de date **t_1**.

4°) Sachant que la réaction est totale et que C_1 =1,5. C_2, calculer C_2.

Exercice n°2 (3 pts)

On étudie la réaction de réduction des ions mercurique Hg^{2+} par les ions ferreux Fe^{2+} en solution aqueuse selon l'équation chimique :

$$2\,Hg^{2+} + 2\,Fe^{2+} \longrightarrow Hg_2^{2+} + 2\,Fe^{3+}$$

On prépare dans trois béchers identiques des mélanges constitués chacun d'un volume V_1 d'une solution aqueuse de sulfate ferreux ($Fe^{2+} + SO_4^{2-}$) de concentration molaire C_1, d'un volume V_2 d'une solution aqueuse de sulfate mercurique ($Hg^{2+} + SO_4^{2-}$) de concentration molaire C_2 et d'un volume V_3 de l'eau distillée.

Les volumes sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Mélange	V_1 (mL)	V_2 (mL)	V_3 (mL)	Température °C
1	20	10	20	40
2	30	10	10	80
3	30	10	10	40

On mesure à différentes dates par une méthode appropriée, la concentration des ions mercurique Hg^{2+} dans le mélange. On obtient les courbes de la **(figure (2) de la feuille annexe)**.

1°)a- En s'aidant de ces trois courbes, montrer que ces trois mélanges permettent de mettre en évidence certains facteurs cinétiques que l'on précisera.

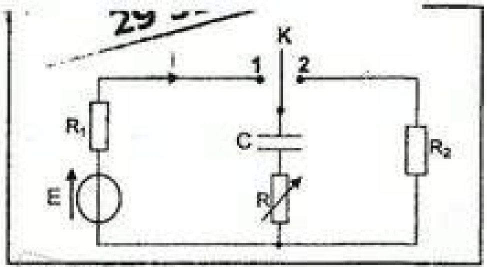
b- Attribuer, en justifiant, chaque courbe au mélange correspondant.

2°)a- Déterminer la valeur de C_1.

b- En faisant les calculs nécessaires, compléter les courbes de la **figure (2)**.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice n°: 1 (7,75 pts)



Le circuit électrique représenté par la figure ci-contre est constitué des éléments suivants :

- Un générateur de tension idéal de fem E.
- Deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2.
- Un conducteur ohmique de résistance R réglable.
- Un condensateur de capacité C, initialement déchargé.
- Un commutateur K.

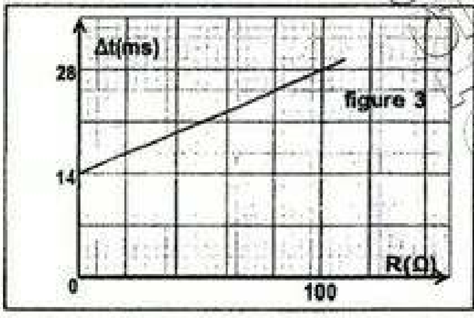
A/ l'instant **t=0**, on place le commutateur K en position 1.

I-1°) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la charge q du condensateur en fonction du temps peut s'écrire sous la forme : $\frac{dq}{dt}+\frac{1}{\tau}.q=h$ où τ et h sont des constantes que l'on exprimera en fonction de R, R_1, E et C.

2°) La solution générale de cette équation est de la forme : $q(t) = A\ e^{-\alpha t} + B$.
Exprimer A, B et α en fonction de τ et h.

3°) Déduire l'expression de la tension u_{R1} aux bornes du conducteur ohmique R_1 en fonction de R_1, h, t et τ.

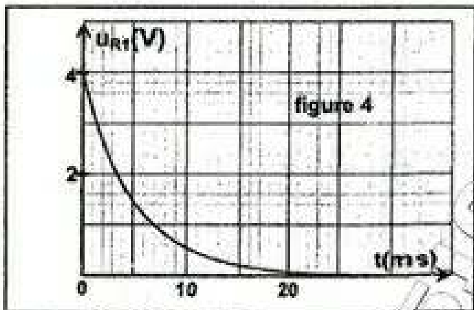
II- On veut déterminer expérimentalement la valeur de la capacité C du condensateur et la résistance du résistor R_1.
Pour cela on fait varier la résistance R et on mesure la durée Δt (Δt est la plus proche valeur multiple entier de τ au bout de laquelle le condensateur atteint 99,9% de sa charge maximale). Ce qui nous permet de tracer la courbe d'évolution de Δt en fonction de R. **(figure 3)**



1°)a- Déterminer théoriquement l'expression de $\Delta t = f(R)$.
b- En déterminant l'équation de la courbe, confirmer l'expression précédente.

2°) Déduire que la capacité du condensateur C = 20μF et la résistance $R_1 = 100\Omega$.

III- Au cours de cette expérience, on prend $R = R_0$ et à l'aide d'un système d'acquisition on obtient la courbe d'évolution de la tension u_{R1} aux bornes du conducteur ohmique R_1 en fonction du temps. **(figure 4)**



1°)a- Déterminer la valeur de la constante de temps τ.
Préciser la méthode utilisée.
b- Déduire la valeur de R_0.

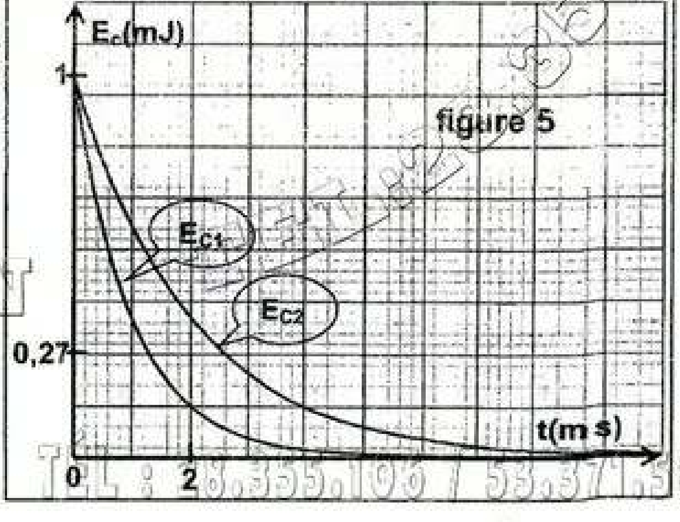
2°) Calculer la valeur de h.
Déduire que la valeur de la fem E = 10V.

B/ Lorsque l'intensité du courant s'annule dans le circuit, on bascule le commutateur K à la position 2 à une date prise comme nouvelle origine du temps, le condensateur se décharge progressivement dans les conducteurs ohmiques R et R_2.

1°) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant électrique i.

2°) Vérifier que $i(t)=-\frac{E}{R+R_2}e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ est une solution de l'équation différentielle précédente pour $\tau_2=(R+R_2)C$.

3°) A l'aide d'un système d'acquisition on obtient les Courbes d'évolution de l'énergie électrostatique Ec emmagasinée dans le condensateur en fonction du temps pour deux valeurs de la résistance R. **(figure 5)**



$E_{C_1} \longrightarrow$ pour $R=R_{0_1}$

$E_{C_2} \longrightarrow$ pour $R=R_{0_2}$

a- En justifiant sans calcul, Comparer R_{0_1} et R_{0_2}.

b- Donner l'expression de l'énergie électrostatique Ec en fonction du temps.
Pour $t = \tau_2$ exprimer Ec en fonction de Ecm (énergie électrostatique maximale).

c- Déterminer graphiquement τ_2 relative à chacune des résistances.

d- Calculer R_2, sachant que l'une des résistances R_{01} ou R_{02} est égale au tiers de l'autre.

e- Calculer l'énergie dissipée dans R_2 pour chacune des valeurs des résistances R_{01} ou R_{02} à l'instant de date t_1= 2ms.

Exercice n° 2 : (5,25 pts)

Les parties I, II et III sont indépendantes.

I- On considère le montage de la **figure (6)** de l'annexe.
Les axes de symétrie des deux bobines sont confondus et leurs ~~centres coïncident au point O.~~
Le générateur **G** débite dans la bobine (B_1) un courant électrique i_1.
La bobine (B_2) est alors parcourue par un courant électrique i_2.

1°) a- Quelle condition doit remplir le courant i_1 pour que le courant i_2 prenne naissance dans la bobine (B_2)?
b- Nommer le phénomène responsable de l'apparition du courant i_2 dans la bobine (B_2).
Qu'appelle-t-on ce courant? Préciser le rôle joué par (B_1) et (B_2) au cours de l'apparition de ce phénomène.

2°) On a représenté, sur la **figure (6)** de l'annexe, le vecteur champ magnétique $\vec{B}_1$ crée par la bobine (B_1) en son centre O et le sens du courant i_2 dans les spires de la bobine (B_2) à un instant de date t appartenant à l'intervalle de temps [t_1, t_2]

a- Énoncer la loi de Lenz.

b- Représenter sur la **figure (6)** de l'annexe le vecteur champ magnétique $\vec{B}_2$ crée par la bobine (B_2) à l'instant de date t au point O.

c- Déduire, dans l'intervalle de temps [t_1, t_2], si l'intensité i_1 du courant a augmentée ou a diminuée.

II- Le circuit série de la **figure (7)** comprend :

- Une bobine d'inductance L = 0,1 H et de résistance négligeable.
- Un résistor de résistance R = 10 k Ω.
- Un générateur basse fréquence qui débite un courant triangulaire de période T.

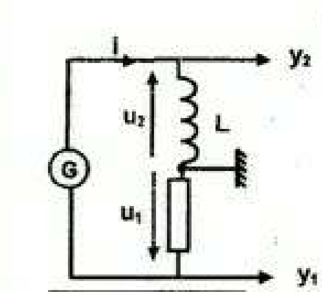


Figure 7

Sur un oscilloscope bicourbe, on visualise la tension u_1 sur la voie y_1 et la tension u_2 sur la voie y_2.

1°) Nommer le phénomène physique qui se produit dans la bobine et expliquer cette nomination.

2°) Etablir l'expression de la tension u_2 en fonction de L, R et de $\frac{du_1}{dt}$.

3°) Sur la voie y_1 de l'oscilloscope, on observe l'oscillogramme de la **figure (8)** de l'annexe.
Faire les calculs nécessaires puis représenter la tension u_2 sur l'oscillogramme de la **figure (8)** qui apparait sur l'écran de l'oscilloscope.

On donne :
Sensibilités verticales : Voie y_1 : 1 V / div , Voie y_2 : 20 mV / div
Sensibilité horizontale : 1 ms / div

III - On considère le circuit de la **figure (9)**.
E = 5V, L = 0,1H, r = 10 Ω et C = 200 µF.

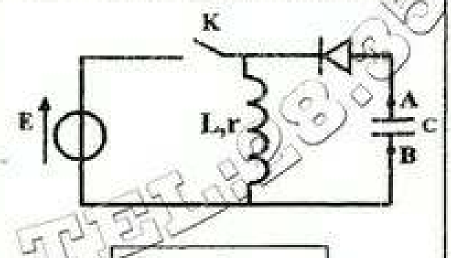


Figure 9

1°) Lorsqu'on ferme l'interrupteur, calculer en régime permanent :
a- L'intensité I du courant électrique.
b- L'énergie E_L emmagasinée par la bobine.

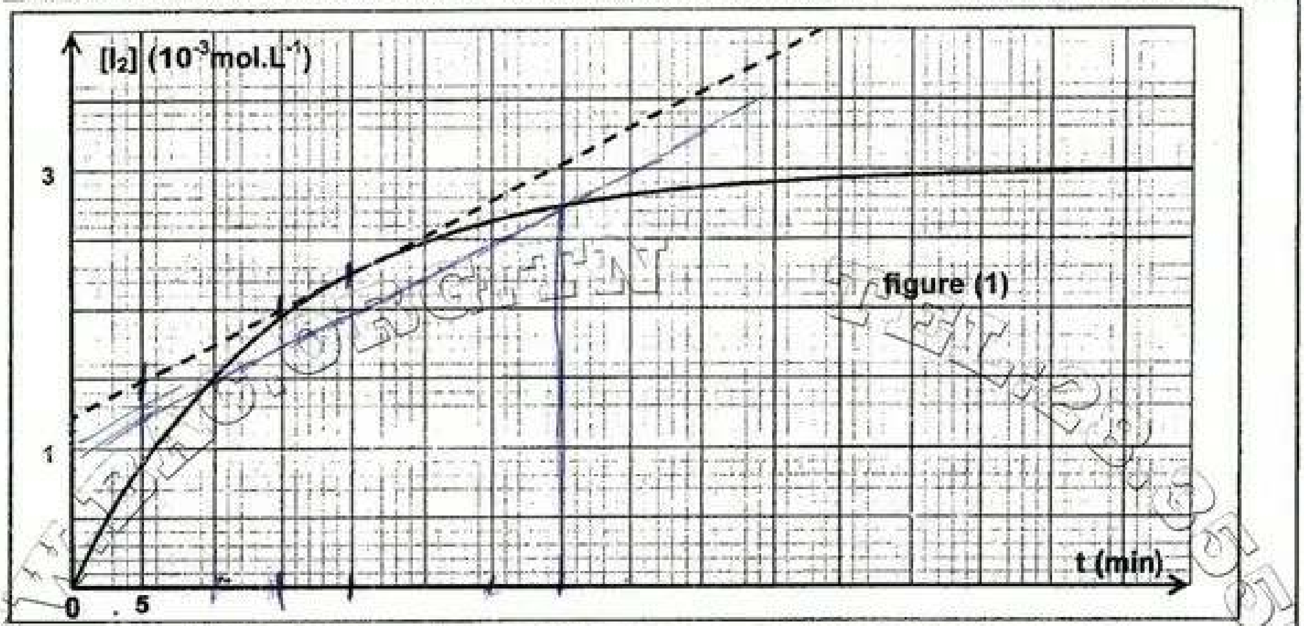
2°) Lorsqu'on ouvre l'interrupteur :

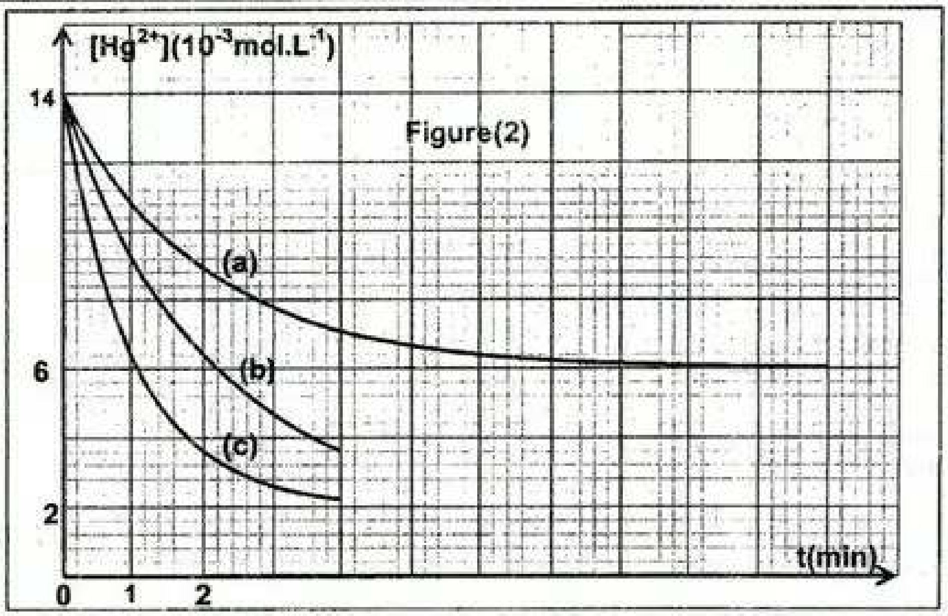
a- Déterminer en le justifiant le sens du courant électrique dans la bobine et le signe de la charge portée par chaque armature.

b- En admettant qu'à l'ouverture de l'interrupteur, 80% de l'énergie E_L emmagasinée dans la bobine est transférée en énergie électrostatique dans le condensateur, calculer la tension maximale U aux bornes du condensateur.

FEUILLE ANNEXE (A remettre avec la copie)

Nom et Prénom : .... Classe : 4ème Math ....





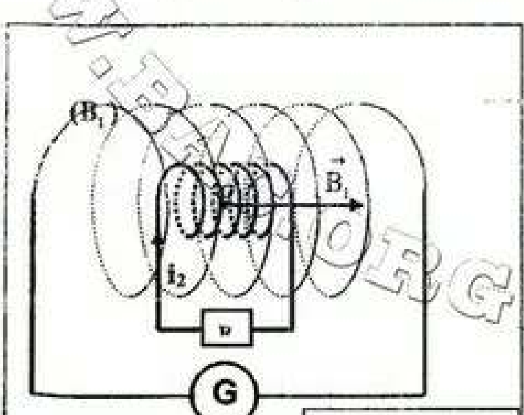


Figure 6

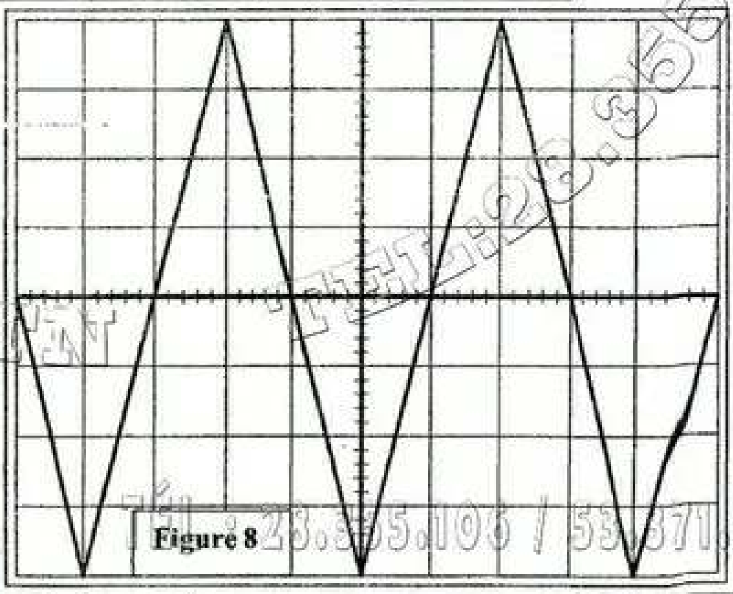


Figure 8

CORRECTION DU DC N°1 (2015-16)

CHIMIE (7points)

EX1 (4 points)

1°. Tableau d'évolution :

	$2\,I^-$	+ $S_2O_8^{2-}$	$\longrightarrow$ I_2	+ $2\,SO_4^{2-}$
à t = 0	$\frac{2C_1}{5}$	$\frac{3C_2}{5}$	0	0
à t > 0	$\frac{2C_1}{5}-2y$	$\frac{3C_2}{5}-y$	y	2y
à t_f	$\frac{2C_1}{5}-2y_f$	$\frac{3C_2}{5}-y_f$	y_f	$2y_f$

2°.

a) La réaction (1) est lente puisque l'état final est atteint au bout d'une durée de 70min.

b) Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale : $x = \frac{x_f}{2}$.

A $t_{1/2}$: $[I_2] = \frac{[I_2]_f}{2} = 1{,}5.10^{-3}$ mol.L^{-1} ;

D'après la courbe $t_{1/2}$ = 10min.

3°.a) définition

b) $v(t) = \frac{dx}{dt} = (V_1+V_2).\frac{dx}{dt} = (V_1+V_2).\frac{d[I_2]}{dt}$

$v = 50.10^{-3}.\frac{(2{,}25-1{,}25).10^{-3}}{20-0} = 2{,}5.10^{-6}$ mol.min^{-1}.

c) $v(t) = \frac{dx}{dt} = (V_1+V_2).\frac{dy}{dt} = (V_1+V_2).\frac{d[I_2]}{dt}$

$= (V_1+V_2).$ a , or $(V_1+V_2)>0$ et a diminue au cours du temps(il faut tracer 2 tgtes)

Donc (v(t) diminue au cours du temps.

La cause de cette variation est la diminution de la concentration des réactifs.

d) $v(t_{1/2}, t_2) = v(t_1) \Rightarrow$ le coefficient directeur de la tg à la courbe à la date t_1 est parallèle au coefficient dir de la sécante à la courbe aux points d'abscisses $t_{1/2}, t_2$.

D'après la courbe : t_2 = 34 min.

5°. La réaction est totale et $C_1 = 1{,}5.C_2$

$[I^-]_f = \frac{2}{5}C_1 - 2y_f$ or $C_1 = 1{,}5.C_2$ donc

$[I^-]_f = \frac{3}{5}C_2 - 2y_f \geq 0 \Rightarrow y_f \leq \frac{3}{10}C_2$

$[S_2O_8^{2-}]_f = \frac{3}{5}C_2 - y_f \geq 0 \Rightarrow y_f \leq \frac{3}{5}C_2$, par suite $y_f = \frac{3}{10}C_2$

$\Rightarrow I^-$ est le réactif limitant. Alors : $[I^-]_f = \frac{3}{5}C_2 - 2y_f = 0$

$\Rightarrow C_2 = \frac{10}{3}y_f = \frac{10}{3}.3.10^{-3} = 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

EX2 : (3 points)

1°. a) Les courbes (b) et (c) : influence de la température.

Les courbes (a) et (b) : influence de la concentration initiale en ions Fe^{2+} dans le mélange

b) Entre (b) et (c) ; (c) est plus rapide car sa température est la plus élevée

donc courbe(c) $\Longrightarrow$ mélange 2

courbe (b) $\Longrightarrow$ mélange 3

Entre (a) et (b) Le volume total est le même. Le volume de Fe^{2+} (V_1) est plus élevé dans le mélange 3 $\Longrightarrow$ la molarité initiale des ions Fe^{2+} est plus grande donc la réaction est plus rapide ce qui correspond à la courbe (b), par suite la courbe (a) $\Longrightarrow$ mélange 1.

2°. a)courbe (a) $\Longrightarrow$ mélange 1

Fe^{2+} est limitant

Equation de la réaction		$2Hg^{2+}$ +	$2Fe^{2+}$ $\longrightarrow$	Hg_2^{2+} +	$2Fe^{3+}$
Etat du système	Avanc vol mmol.L^{-1}	Concentrations molaires (mmol.L^{-1})			
Initial	0	$\frac{c_2v_2}{v_1+v_2+v_3} = 14$	$\frac{c_1v_1}{v_1+v_2+v_3}$	0	0
Intermé Diaire	y	$\frac{c_2v_2}{v_1+v_2+v_3} - 2y$	$\frac{c_1v_1}{v_1+v_2+v_3} - 2y$	y	2y
Final	y_f	$\frac{c_2v_2}{v_1+v_2+v_3} - 2y_f = 6$	$\frac{c_1v_1}{v_1+v_2+v_3} - 2y_f = 0$	y_f	$2y_f$

D'après le tableau et la courbe (a),

on a : $\frac{c_1v_1}{v_1+v_2+v_3} = (14-6).10^{-3}$

$C_1 = (14-6)\,10^{-3}.\frac{v_1+v_2+v_3}{v_1}$

AN : $C_1 = \frac{50}{20}(14-6).10^{-3} = 0{,}02$ mol.L^{-1}

b) $[Hg^{2+}]_i = 14.10^{-3}$ mol.L^{-1} et

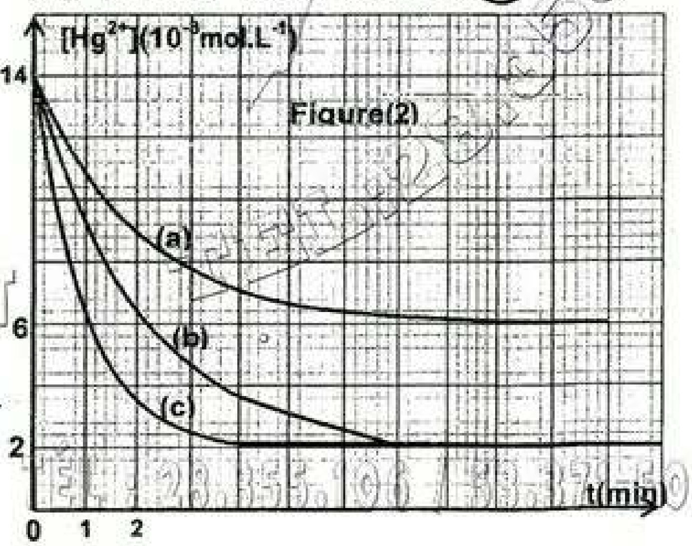
$[Fe^{2+}]_i = \frac{C1.V1}{Vt} = \frac{30.0{,}02}{50} = 0{,}012$ mol.L^{-1}

Fe^{2+} est toujours le réactif limitant $\Longrightarrow$ $[Fe^{2+}]_i - 2y_f = 0$

$y_f = \frac{[Fe^{2+}]_i}{2} = 6.10^{-3}$ mol.L^{-1}

$[Hg^{2+}]_f = 14.10^{-3} - 12.10^{-3} = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}

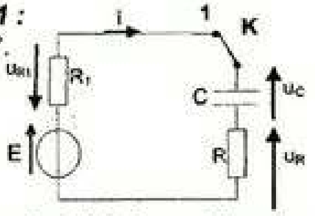
E



PHYSIQUE (13points)

Ex1 : **(7,75 points)**

I-1°.



D'après la loi des mailles :

$u_R + u_C + u_{R_1} - E = 0$

$\Longrightarrow (R+R_1)i + \frac{q}{C} = E$

$\Longrightarrow (R+R_1)\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E$

Divisons par $(R+R_1)$

on aura : $\frac{dq}{dt} + \frac{q}{(R+R_1)C} = \frac{E}{(R+R_1)}$

D'où : $\frac{dq}{dt} + \frac{1}{\zeta}.q = h$ avec $\zeta = (R+R_1).C$

et $h = \frac{E}{(R+R_1)}$

2°. La solution de l'équation différentielle précédente est : $q(t) = A.e^{-\alpha t} + B$

- A t=0 ; q(0)=0 d'où A=-B.

Et par suite : $q(t) = B.(1-e^{-\alpha t})$

- Dérivons q(t) par rapport au temps :

On obtient : $\frac{dq}{dt} = \alpha B.e^{-\alpha t}$

Remplaçons q(t) et $\frac{dq}{dt}$ par leurs expressions dans l'équation différentielle :

$$\alpha B.e^{-\alpha t} + \frac{1}{\zeta}B.(1-e^{-\alpha t}) = h$$

$$\Longrightarrow \left(\alpha - \frac{1}{\zeta}\right)B.e^{\alpha t} + \frac{B}{\zeta} = h$$

D'où : $B = h\zeta$; $A = -h\zeta$ et $\alpha = \frac{1}{\zeta}$

3°. On a : $q(t) = h\zeta.(1-e^{-\frac{t}{\zeta}})$

Alors $i(t) = \frac{dq}{dt} = h.e^{-\frac{t}{\zeta}}$

Or : $u_{R_1}(t) = R_1.i(t)$ alors $u_{R_1}(t) = R_1 h\, e^{-\frac{t}{\zeta}}$

II-1°.a) D'après la loi des mailles :

$$u_C(t) = E - (R+R_1)i = E - (R+R_1)h.e^{-\frac{t}{\zeta}}$$

$\Longrightarrow u_C(t) = E - E.e^{-\frac{t}{\zeta}} = E\left(1-e^{-\frac{t}{\zeta}}\right)$

A t = Δt on a : $u_C(\Delta t) = \frac{99,9}{100}E$

Donc : $1 - e^{-\frac{\Delta t}{\zeta}} = 0,999$

D'où : Δt = 6,9ζ =7ζ

Δt =7(R+R₁).C

Δt =7C.R+ 7CR₁

b) La courbe est un segment de droite croissante donc son équation s'ecrit : **Δt =a.R+ b**

$a = \frac{(28-14).10^{-3}}{100-0} = 1,4.10^{-4}s.\Omega^{-1}$ et $b=14.10^{-3}$s

Alors : $\Delta t = 1,4.10^{-4}.R + 14.10^{-3}$ Ceci confirme l'équation précédente.

2°. Or a=7C alors $C=2.10^{-5}$F=20µF

Et comme b=7CR₁ d'où R₁=100Ω

III-1°.a) $u_{R_1}(\zeta) = 0,37.u_{R_1max} = 0,37 * 4 = 1,48V$

D'où : $\zeta = 5.10^{-3}$s.

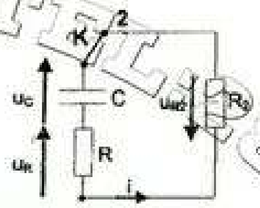
b) On a : ζ=(R₁+R₀).C

D'où : $R_0 = \frac{\zeta}{C} - R_1$ =150Ω

2°.

- Or $R_1.h = u_{R_1max}$
  alors $h = \frac{u_{R_1max}}{R_1} = 4.10^{-2}$A
- E= (R₀+R₁).h=10V

B)1°.



D'après la loi des mailles :

$$u_R + u_C + u_{R_2} = 0$$

$$(R+R_2).i + \frac{q}{C} = 0$$

$$i + \frac{1}{(R+R_2).C}.q = 0$$

La dérivé de cette équation donne :

$\frac{di}{dt} + \frac{1}{(R+R_2).C}.i = 0$

(Equation différentielle régissant les variations de i)

2°.

$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\zeta_2}.i = \frac{E}{\zeta_2.(R+R_2)}.e^{-\frac{t}{\zeta_2}} - \frac{E}{\zeta_2.(R+R_2)}.e^{-\frac{t}{\zeta_2}} = 0$

Alors la solution proposée vérifie bien l'équation différentielle.

3°.a) La décharge à travers (R₂+R₀₁) est plus rapide que celle produite à travers (R₂+R₀₂) donc on a :

(R₀₁+R₂).C < (R₀₂+R₂).C D'où : R₀₁ < R₀₂

Autrement : Au cours des régimes transitoires et à une date t>0 , on a : Ec₂>Ec₁ alors

$e^{-\frac{2t}{\zeta_{2,2}}} > e^{-\frac{2t}{\zeta_{2,1}}}$ d'où $-\frac{2t}{\zeta_{2,2}} > -\frac{2t}{\zeta_{2,1}}$ donc $\frac{2t}{\zeta_{2,2}} < \frac{2t}{\zeta_{2,1}}$

et par suite $\zeta_{2,1} < \zeta_{2,2}$ d'où $R_{01} < R_{02}$

b) $E_C = \frac{1}{2}C.u_C^2$ avec $u_C = -(R_0+R_2).i = -E.e^{-\frac{t}{\zeta_2}}$

D'où : $E_C(t) = \frac{1}{2}C.E^2.e^{-\frac{2t}{\zeta_2}}$

Alors $E_{C\,max} = \frac{1}{2}C.E^2$

A t=ζ , $E_C(\zeta_2) = E_{Cmax}.e^{-2} = 0,135.E_{Cmax}$

c) $E_{C\,max} = \frac{1}{2}C.E^2 = 10^{-3}J$

$E_C(\zeta_2) = 1,35.10^{-4}J$ D'où :

<u>Pour R=R₀₁</u> ; ζ₂=2.10⁻³s

<u>Pour R=R₀₂</u> ; ζ₂=4.10⁻³s

d) Comme R₀₁<R₀₂ Alors R₀₂=3R₀₁

On a : $\begin{cases} (R_{01}+R_2).C = 2.10^{-3} \\ (R_{02}+R_2).C = 4.10^{-3} \end{cases}$

D'où $\begin{cases} (R_{01}+R_2) = \frac{2.10^{-3}}{2.10^{-5}} = 100\Omega & (1) \\ (3.R_{01}+R_2) = \frac{4.10^{-3}}{2.10^{-5}} = 200\Omega & (2) \end{cases}$

3°(1)-(2) donne : $2R_2=300-200=100$
d'où $R_2=50\Omega$
e)(1) donne $R_{01}=100-R_2=50\ \Omega$
D'où $R_{02}=150\ \Omega$

- $R=R_{01}=50\Omega$

  L'énergie dissipée dans $(R+R_2)$ entre 0 et t_1 est : $E_d(t_1)=E_C(0)-E_C(t_1)$
  $E_d(t_1)=10^{-3}-0{,}135.10^{-3}=8{,}6510^{-4}J$
  L'énergie dissipée dans R_2 entre 0 et t_1 est :
  $E_d(R_2)=½\ E_d(t_1)$ car $R=R_2$.
  $E_d(R_2)=4{,}32.10^{-3}J$
  $\left(\frac{E_d}{R_2+R}=\frac{E_d(R_2)}{R_2}=\frac{E_d(R)}{R}\right)$

- $R=R_{02}=150\Omega$

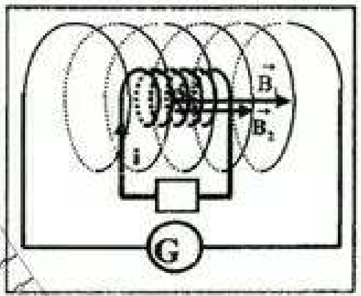
  $E_d(t_1)=10^{-3}-(2{,}7*0{,}135).10^{-3}=6{,}3510^{-4}J$
  L'énergie dissipée dans R_2 entre 0 et t_1 est :
  $E_d(R_2)=¼\ E_d(t_1)$ car $R=3R_2$.
  $E_d(R_2)=1{,}59.10^{-3}J$.

***EX2 :* (5,25 points)**

I- 1°.a) Le courant i_1 doit être variable pour que le courant i_2 prenne naissance dans la bobine (B_2).
b)Le phénomène d'induction électromagnétique est le responsable de l'apparition du courant i_2 dans la bobine (B_2).
Le courant i_2 s'appelle courant induit. (B_1) a joué le rôle de l'inducteur et (B_2) le rôle de l'induit au cours de l'apparition de ce phénomène.

2°. a) La loi de Lenz : Le courant induit s'oppose, par ses effets, à la cause qui lui a donné naissance.

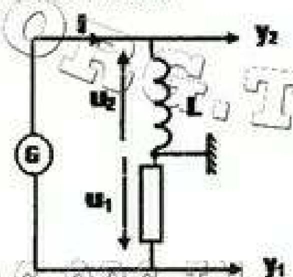
b)



c) $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_2}$ sont de même sens alors, dans l'intervalle de temps $[t_1, t_2]$, l'intensité i_1 du courant a diminuée.

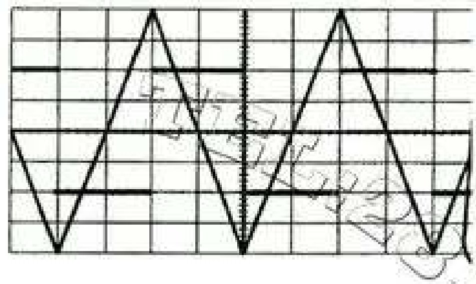
II- 1°. Le phénomène physique qui se produit dans la bobine est l'auto induction car la bobine joue le rôle de l'inducteur et de l'induit.

2°. $u_2=u_L=L\frac{di}{dt}$
et $u_1=-u_R=-Ri$
alors $u_2=-\frac{L}{R}.\frac{du_1}{dt}$
3°. $u_1=a.t+b$ alors
$\frac{du_1}{dt}=a$ d'où $u_2=-\frac{L}{R}.a$



<u>**sur l'intervalle où u_1 est croissante**</u>
$a=4.10^3\ V.s^{-1}$.
$u_2=-4.10^{-2}\ V=-40mV$

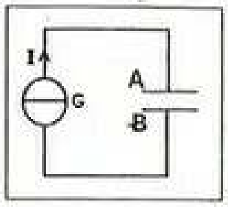
<u>**sur l'intervalle où u_1 est décroissante**</u>
$a=-4.10^3\ V.s^{-1}$.
$u_2=4.10^{-2}\ V=40mV$



III- 1°. a)$I=\frac{E}{r}=0{,}5A$
b)$E_L=½\ L\ I^2=1{,}25.10^{-2}J$
2°.a) La bobine s'oppose à l'annulation du courant , elle crée un courant induit qui circule dans le sens passant de la diode d'où l'armature B devient chargée positivement alors que l'armature A devient chargée négativement.
b) $E_c=0{,}8\ E_L$ alors $½c\ U^2=0{,}8.\ E_L$
d'où $U=\sqrt{0{,}8.\frac{2E_L}{C}}$ donc $U=10V$

SERIE 1	LE DIPOLE RC	$4^{ème}$ Année (S.Ben Amor)

Exercice 1 : Un condensateur, de capacité C = 0,4 mF, est chargé par un **générateur de courant** d'intensité I = 0,2 mA. La tension maximale aux bornes du générateur est 15V.



1) Calculer, après une durée de 4 s :

a) La charge q prise par l'armature A et la tension u_{AB} entre les bornes du condensateur.

b) L'énergie électrostatique E_e emmagasinée alors dans le condensateur.

2) La tension de service de ce condensateur est U_s = 10V.

a) Pendant quelle durée doit-on laisser le circuit fermé pour avoir $u_{AB} = U_s$.

b) Représenter les courbes u_{AB} (t) et E_e (t) pour $0 \leq t \leq 20s$.

Exercice 2 : Un condensateur, de capacité C = 40 μF, est chargé par **un générateur de tension** de fem E = 10 V, à travers un résistor de résistance R = 200 Ω.

1) Etablir l'équation différentielle du circuit avec la variable u_C (tension aux bornes du condensateur).

2) La valeur de la tension u_C à la date t est $u_C(t) = a\, e^{-\alpha t} + b$. On prend t = 0 le début de la charge.

a) Déterminer les valeurs de a, b et α. Calculer la constante de temps τ du dipôle RC.

b) Calculer, à la date $t_1 = \tau$, les valeurs de u_C, de la charge q du condensateur et de l'énergie emmagasinée.

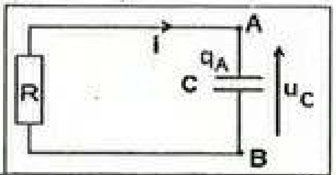
c) A quelle date t_2 la tension u_C atteint-elle 99% de E.

3) Etablir l'expression de la tension u_R aux bornes du résistor à la date t.

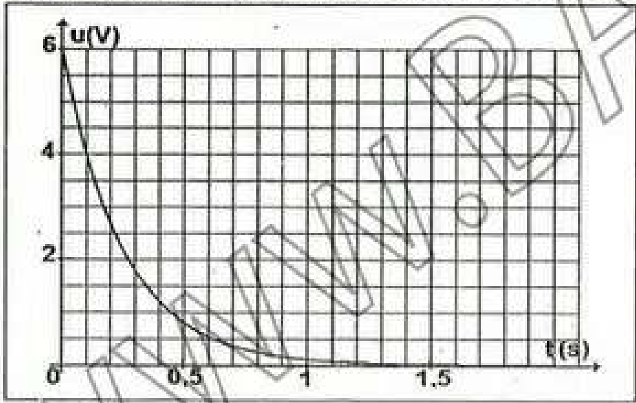
4) Déduire les valeurs de l'intensité i du courant aux dates t = 0 et t = τ.

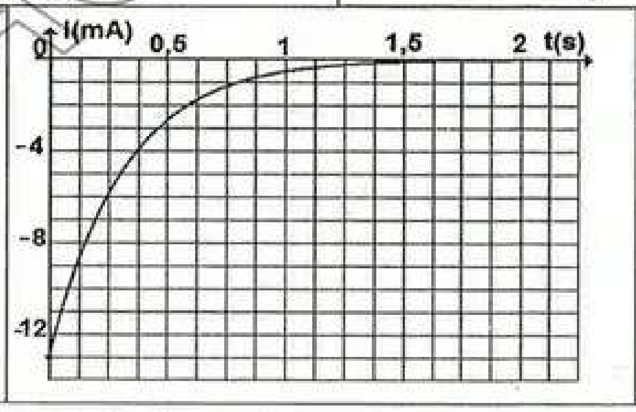
5) Représenter les courbes $u_C(t)$ et $u_R(t)$. Comparer ces courbes avec celles de q(t) et i (t).

Exercice 3 : Au cours d'une séance de TP on étudie la décharge d'un condensateur de capacité C (préalablement chargé), à travers un résistor de résistance R.
Un ordinateur muni d'une interface a permis de tracer les courbes représentant l'évolution de la tension $u_C = u_{AB}$ et de l'intensité i du courant dans le circuit au cours du temps.



1) Etablir l'équation différentielle du circuit avec la variable u_C.





2) Indiquer, en justifiant la réponse, le signe de q_A à l'instant t = 0, et le sens du courant.

3) Déterminer la valeur de la constante de temps τ du dipôle RC, et les valeurs de R et de C.

Exercice 4 : Un condensateur plan est formé par deux feuilles en aluminium, de surface en regard $S = 0{,}1 m^2$, séparées par un isolant de permittivité relative ε_r =22,6 et d'épaisseur e = 0,1mm.

1) Calculer la capacité C de ce condensateur. La permittivité absolue du vide est $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}\, Fm^{-1}$.

2) Ce condensateur est chargé par un générateur de tension de fem E = 12V, à travers un résistor R = 20 kΩ

a) Calculer la constante de temps τ du dipôle RC. Que représente ce temps ?

b) Donner l'expression de la tension $u_C(t)$ pendant la charge (t = 0 est le début de la charge). Calculer les valeurs de u_C, de la charge q et de l'énergie E_e emmagasinée aux instants t_1 = 4ms et t_2 = 40ms.

c) Calculer l'intensité i du courant dans le circuit aux instants t_0 = 0, t_1 et t_2.

3) Ce condensateur chargé, va maintenant se décharger dans un autre résistor de résistance R' = 40 kΩ.

a) Donner l'expression de la tension $u_C(t)$ pendant la décharge (t = 0 est le début de la décharge).

b) Calculer la constante de temps τ' du dipôle R'C. Que représente ce temps?

c) Quelle est la valeur de l'intensité i du courant à t_0 = 0, et à t = 40ms.

d) A quel instant t'_1 le condensateur perd-il la moitié de sa charge ?

e) Calculer l'énergie thermique dissipée par effet Joule dans R' à la fin de la décharge et entre t_0 et t'_1.

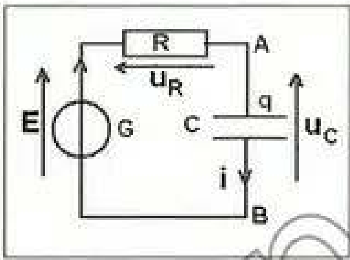
Exercice 4

1) Pour un condensateur plan : $C = \varepsilon \dfrac{S}{e} = \varepsilon_r\, \varepsilon_0 \dfrac{S}{e}$.

AN : $C = 22{,}6 \times 8{,}85.10^{-12} \times \dfrac{0{,}1}{0{,}1.10^{-3}} = 0{,}2.10^{-6}$ F.

2) a) $\tau = RC = 20.10^3 \times 0{,}2.10^{-6} = 4.\ 10^{-3}$s $\Rightarrow$ **τ = 4 ms.**

τ représente le temps au bout duquel le condensateur se charge à 63% (à $t = \tau$, $u_C = 0{,}63$ E).



b) Pendant la charge : $u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})$.

A t_1 = 4ms = τ : $u_C = 0{,}63\ E = 0{,}63 \times 12 = 7{,}56$ V.

$q = C\,u_C = 0{,}63\ CE = 1{,}51.\ 10^{-6}$ C.

$E_e = ½\ C\,u_C^2 = 5{,}72.\ 10^{-6}$ J.

A t_2 = 40ms = 10 τ : C'est le régime permanent ($t_2 \gg 5\,\tau$).

Donc : $u_C = E = 12$ V ; $q = CE = 2{,}4.\ 10^{-6}$ C et $E_e = ½\ C\,E^2 = 14{,}4.10^{-6}$ J.

c) D'après la loi des mailles : $u_C + u_R = E \Rightarrow u_R = E - u_C = E - E\,(1 - e^{-t/\tau})$

$\Rightarrow u_R\,(t) = E\,e^{-t/\tau}$ et $i\,(t) = \dfrac{E}{R}\,e^{-t/\tau}$

A $t_0 = 0$: $i_0 = \dfrac{E}{R} = \dfrac{12}{20.10^3} = 6.10^{-4}$ A.

A t_1 = 4ms = τ : $i = 0{,}37\ i_0 = 2{,}22.10^{-4}$ A.

A t_2 = 40ms = 10 $\tau > 5\tau$: i = 0 (régime permanent).

3) a) Pendant la décharge : $u_C(t) = E\,e^{-t/\tau}$.

b) $\tau = R'.C = 40.10^3 \times 0{,}2.10^{-6} = 8.10^{-3}$ s $\Rightarrow$ **τ' = 8 ms.**

τ' représente le temps au bout duquel le condensateur se décharge à 63% ((à $t = \tau'$, $u_C = 0{,}37$ E).

c) D'après la loi des mailles : $u_C + u_R = 0 \Rightarrow u_R = -u_C = -E\,e^{-t/\tau} \Rightarrow i\,(t) = -\dfrac{E}{R}\ e^{-t/\tau}$

A $t_0 = 0$: $i_0 = -\dfrac{E}{R} = -\dfrac{12}{40.10^3} = -3.10^{-4}$ A.

A t_2 = 40ms = 5 τ' : i = 0 (régime permanent).

d) $q = Q_m/2 = CE/2 \Rightarrow u_C = E/2$.

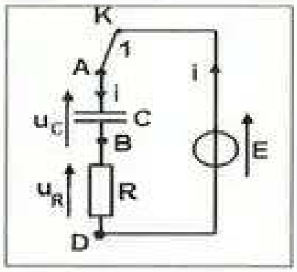
D'où : $e^{-t/\tau'} = 1/2 \Rightarrow e^{t/\tau'} = 2 \Rightarrow t/\tau' = \ln 2 \Rightarrow t = \tau' \ln 2 = 0693\ \tau'$. AN : **$t'_1$ = 5,54 ms.**

e) L'énergie thermique dissipée par effet Joule dans R' est égale à l'énergie électrostatique perdue par le condensateur.

- à la fin de la décharge : Toute l'énergie électrostatique emmagasinée à la fin de la charge se transforme en énergie thermique dans R'.
  $W_{th} = E_e = ½\ C\,E^2 = 14{,}4.\ 10^{-6}$ J.
- Entre $t_0 = 0$ et t'_1 : u_C passe de $u_{C0} = E$ à $u_{C1} = E/2$. L'énergie emmagasinée passe de $E_{e0} = ½\ C\,u_{C0}^2$ à $E_{e1} = ½\ C\,u_{C1}^2$. L'énergie électrostatique perdue par le condensateur.est $E_{e0} - E_{e1}$.Cette énergie se transforme en énergie thermique dans R'.
  $W_{th} = E_{e0} - E_{e1} = ½\ C\,E^2 - 1/8.\ C\,E^2 = 3/8.\ C\,E^2$ AN: $W_{th} = 5{,}4.\ 10^{-6}$ J.

Correction **Exercice 5** Série 1

1) Charge du condensateur



a) Loi des mailles : $u_C + u_R - E = 0 \Rightarrow u_C + u_R = E \Rightarrow$ $\boxed{u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E}$ (1)

La solution de cette équation est $u_C(t) = a\,e^{-\alpha t} + b$.

Valeurs de a , b et α :

- A t = 0, on a $u_C = 0 \Rightarrow a + b = 0 \Rightarrow b = -a$.
- $\frac{du_C}{dt} = -\alpha a\,e^{-\alpha t} = -\alpha(u_C - b) = -\alpha u_C + \alpha b$. D'où : $\boxed{\frac{du_C}{dt} + \alpha u_C = \alpha b}$. (2)

Par identification : (1) = (2) $\Rightarrow$ $\alpha = 1/RC$; b = E et a = – E.

D'où : a = – 6V ; b = 6V et $\alpha = \frac{1}{40.10^3 \times 10^{-6}} = 25\ s^{-1} \Rightarrow$ $\boxed{u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})}$

b) La charge maximale est $q = C\,E = 6.10^{-6}$ C.

c) $\tau = RC = 4.10^{-2}$s $\Rightarrow$ t = 1s = 25 τ > 5 τ : c'est le régime permanent.

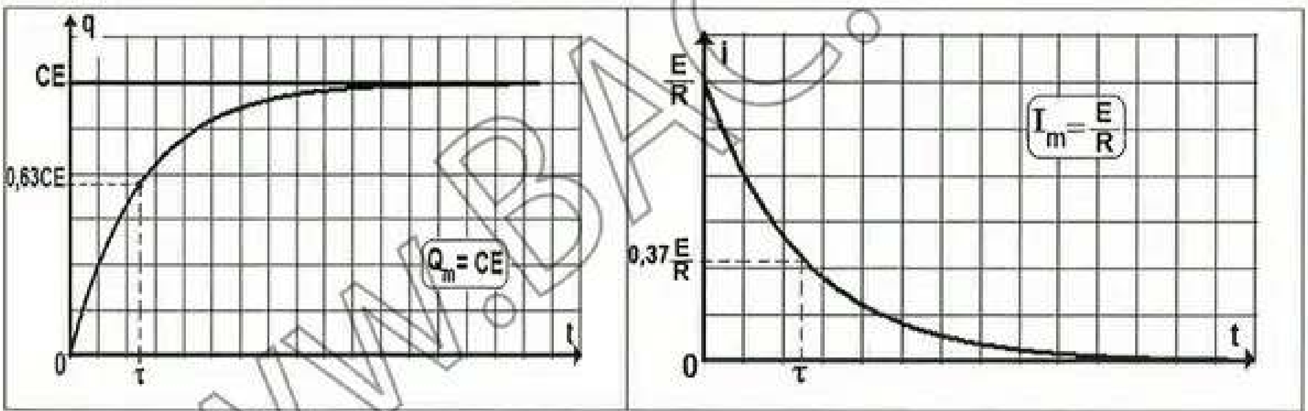
$u_C = E \Rightarrow u_R = 0 \Rightarrow i = 0$ et $E_e = ½\,CE^2 = 18.10^{-6}$J.

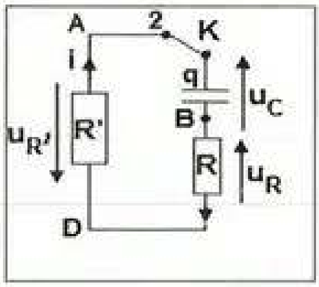
Autre méthode : $u_R = E - u_C \Rightarrow u_R(t) = E\,e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow i(t) = (E/R).\,e^{-\frac{t}{\tau}}$.

A t = 1s; $i = \frac{6}{40.10^3}e^{-25} = 2{,}08.10^{-15}A \approx 0$.

$u_C = 6\,(1 - e^{-25}) = 6V \Rightarrow E_e = ½\,CE^2 = 18.10^{-6}$J.

Courbes : $q(t) = CE\,(1 - e^{-t/\tau})$ et $i(t) = (E/R)\,e^{-\frac{t}{\tau}}$.





2) a) Loi des mailles : $u_C + u_R + u_{R'} = 0 \Rightarrow \frac{1}{C}q + (R+R')\,i = 0$

On dérive / t : $\frac{1}{C}\,i + (R + R')\,\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow$ $\boxed{\frac{di}{dt} + \frac{1}{(R+R')C}\,i = 0}$. (1)

b) $i(t) = A\,e^{-\beta t}$.

- à t = 0, on a $u_{C0} = E \Rightarrow i_0 = -\frac{E}{R+R'}$ (loi des mailles). D'où $\boxed{A = -\frac{E}{R+R'}}$
- $\frac{di}{dt} = -\beta\,A\,e^{-\beta t} = -\beta\,i \Rightarrow$ $\boxed{\frac{di}{dt} + \beta\,i = 0}$. (2).

Par identification de (1) et (2) : $\boxed{\beta = \frac{1}{(R+R')C} = \frac{1}{\tau'}}$ avec $\tau' = (R + R')\,C$. D'où : $\boxed{i(t) = -\frac{E}{R+R'}\,e^{-t/\tau'}}$

Autre méthode : On remplace i et di/dt dans (1) qui devient : $-\beta\,A\,e^{-\beta t} + \frac{1}{(R+R')C}\,A\,e^{-\beta t} = 0 \Rightarrow$

$A\,e^{-\beta t}\left[\frac{1}{(R+R')C} - \beta\right] = 0\ \forall t \Rightarrow \beta = \frac{1}{(R+R')C}$.

3) a) $u_R = R\,i \Rightarrow \boxed{u_R(t) = -\frac{R\,E}{R+R'}\,e^{-t/\tau'}}$. Donc $u_R(t)$ est négative.

Calcul de R' :

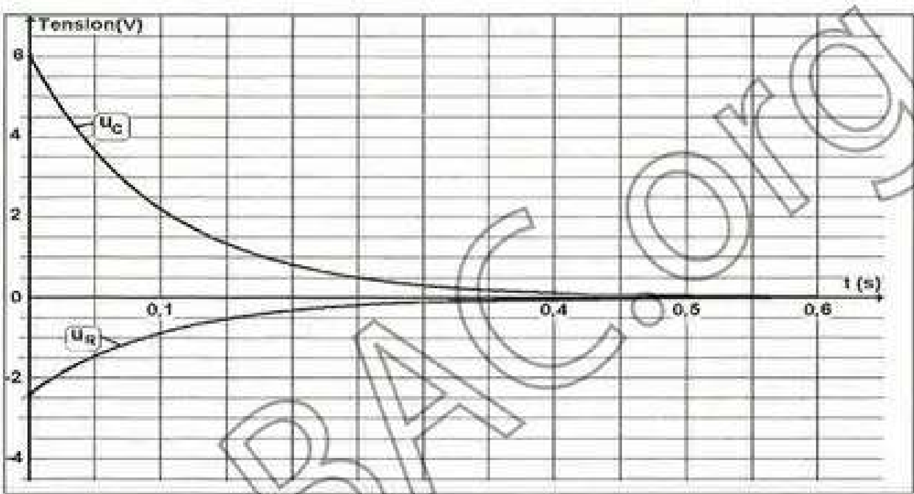
<u>1ère méthode</u> : à t = 0, on a : $u_{R0} = -\frac{R\,E}{R+R'} = -2{,}4\ V \Rightarrow R' = -\frac{R\,E}{u_{R_0}} - R$. AN : R' = 60 kΩ.

<u>2ème méthode</u> : à t = τ', on a: $u_R = 0{,}37\,u_{R0} = -0{,}89$ V. On lit sur la courbe : τ' = 100 ms = 0,1s.

$\tau' = (R + R')\,C \Rightarrow R' = \tau'/C - R$. AN : R' = 60 kΩ.

b) $u_{R'} = u_{BD}$ et $u_C = u_{AB}$. Pour observer $u_{R'}(t)$ et $u_C(t)$, on lie la borne commune B à la masse de l'oscilloscope. A doit être liée à l'entrée Y_1 (on observe $u_C(t)$ sur l'entrée Y_1) et D doit être liée à l'entrée Y_2 (on observe $-u_C(t)$ sur l'entrée Y_2).
On utilise le bouton invert pour observe $u_C(t)$ sur l'entrée Y_2.

<u>**La courbe $u_C(t)$**</u> : $u_C + u_R + u_{R'} = 0 \Rightarrow u_C(t) = -(R + R')\,i(t) \Rightarrow u_C(t) = E\,e^{-t/\tau'}$
C'est une exponentielle décroissante de E = 6V à zéro.



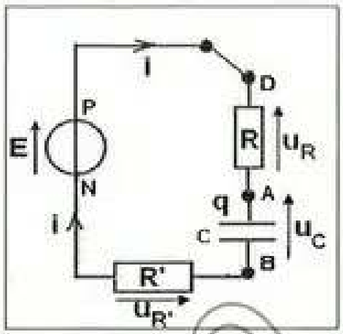
4) L'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit (dans R et R') pendant la décharge est l'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur pendant la charge : $E_e = 1/2\ CE^2 = 18.10^{-6}$J.
Soit W l'énergie dissipée dans R et W' l'énergie dissipée dans R' $\Rightarrow W + W' = E_e$
L'énergie dissipée par effet Joule est **proportionnelle** à la résistance $\Rightarrow \frac{W}{R} = \frac{W'}{R'}$.

$\frac{W}{R} = \frac{W'}{R'} = \frac{W+W'}{R+R'} \Rightarrow \frac{W}{R} = \frac{E_e}{R+R'}$. D'où : $\boxed{W = \frac{R}{R+R'}\,E_e}$

AN : $W = \frac{40}{40+60} \times 18.10^{-6} = 7{,}2.\ 10^{-6}$J.

Correction — **Exercice 6** — Série 1

I) 1) a) – Le sens positif dans le circuit de charge doit être de même sens que la flèche représentant la tension $u_G = E > 0$ (convention générateur).
– Les flèches représentant les tensions u_R, $u_{R'}$ et u_C doivent être de sens contraire que le sens positif choisi (convention récepteur).



b) $E = V_P - V_N > 0 \Rightarrow V_P > V_N$. Donc P est le pole positif du générateur.
Les électrons, circulent de N vers P en dehors du générateur et vont s'accumuler sur l'armature B qui se charge négativement ($q_B = -q < 0$), et quittent A qui se charge positivement ($q_A = q > 0$).

c) Loi des mailles : $u_R + u_{R'} + u_C - E = 0 \Rightarrow u_R + u_{R'} + u_C = E \Rightarrow (R + R')\, i + u_C = E$.

A t = 0, $u_C = 0$. D'où : $(R + R')\, i_0 = E \Rightarrow \boxed{i_0 = \frac{E}{R+R'}}$.

2) a) Loi des mailles : $(R + R')\, i + \frac{1}{C}\, q = E$.

On dérive /t $\Rightarrow (R + R')\, di/dt + \frac{1}{C}\, i = 0$.

On multiplie par R (pour avoir $u_R = Ri$) $\Rightarrow (R + R')\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C}\, u_R = 0$. D'où : $\boxed{\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{(R+R')C}\, u_R = 0}$.(1)

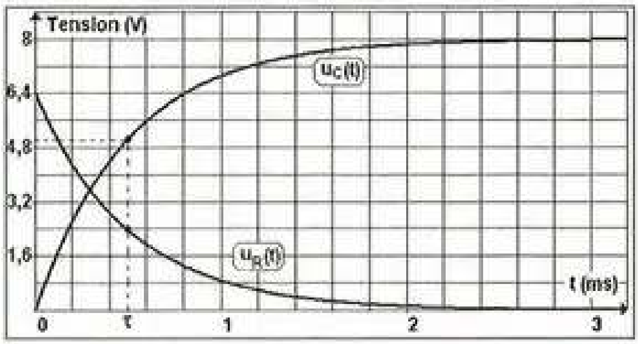
b) $u_R(t) = a\, e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{du_R}{dt} = -\frac{1}{\tau}\, a\, e^{-t/\tau}$.

- A t = 0, on a $u_{R0} = Ri_0 = \frac{R\,E}{R+R'}$. D'où : $a = \frac{R\,E}{R+R'}$.
- $\frac{du_R}{dt} = -\frac{1}{\tau}\, a\, e^{-t/\tau} = -\frac{1}{\tau}\, u_R(t) \Rightarrow \boxed{\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau}\, u_R = 0.}$ (2)

Par identification de (1) et (2) : $\tau = (R + R')\, C$

Conclusion : $\boxed{u_R(t) = u_{R0}\, e^{-t/\tau}}$ avec $u_{R0} = \frac{R\,E}{R+R'}$ et $\tau = (R + R')\, C$.

3) a) A $t = \tau$, on a $u_R = 0{,}37\, u_{R0} = 0{,}37 \times 6{,}4 = 2{,}37$V.
On lit **τ = 0,5s.**



b) $\tau = (R + R')\, C \Rightarrow C = \tau / (R + R') = 0{,}5/2{,}5.10^3$
$\Rightarrow C = 2.10^{-4}$ F

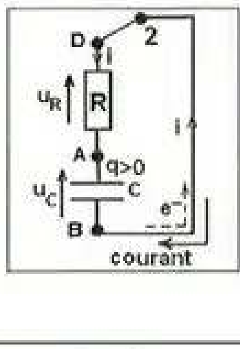
$u_{R0} = \frac{R\,E}{R+R'} \Rightarrow E = \frac{R+R'}{R}\, u_{R0} \Rightarrow E = 6{,}4 \times 2{,}5/2 = 8$V

c) $i_0 = u_{R0}/R = 3{,}2.10^{-3}$A

$i = i_0/2 \Rightarrow u_C = E - (R+R')\, i = 4$V.
$E_e = ½\, C\, u_C^2 = ½ \times 2.10^{-4} \times 4^2 = 16.10^{-4}$J.

d) $u_C(t) = E - (R+R')\, i$ avec $i = i_0\, e^{-t/\tau}$ et $E = (R+R')\, i_0$.
D'où $\boxed{u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/\tau})}$.
La courbe $u_C(t)$ est une exponentielle croissante de 0 à E = 8V.
A $t = \tau$: $u_C = 0{,}63\, E = 5{,}04$V.

II) 1) Pendant la décharge, l'armature B cède les électrons ($q_B = -q < 0$).
Le courant circule dans le sens contraire du sens positif ($i < 0$).



2) $\tau' = RC = 2.10^3 \times 2.10^{-4} = 0{,}4$s.

3) $u_R(t) = u_{R0}\, e^{-t/\tau'}$ avec $u_{R0} = -u_{C0}$ (loi des mailles). Donc $u_{R0} = -E = -8$ V.

4) a) A t = 1s = 2,5 τ', on a $i = -E/R\, e^{-t/\tau'} = -8/2.10^3\, e^{-2{,}5} \Rightarrow i = 3{,}28.10^{-4}$A.
b) $E_e = ½\, C\, u_C^2$ avec $u_C = -u_R = -Ri = -0{,}657$V. D'où : $E_e = 0{,}431.10^{-4}$J.

5) $W_{th} = ½\, C\,(E^2 - u_C^2) = 10^{-4}(8^2 - 0{,}657^2) = 63{,}6.\ 10^{-4}$J.