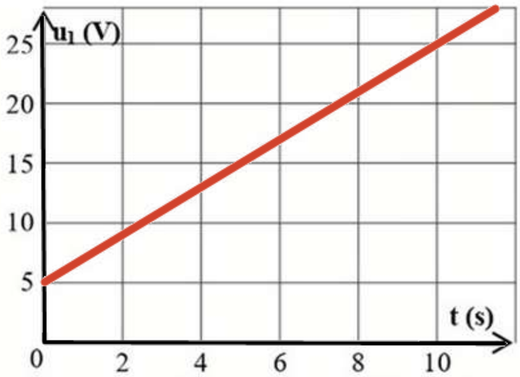
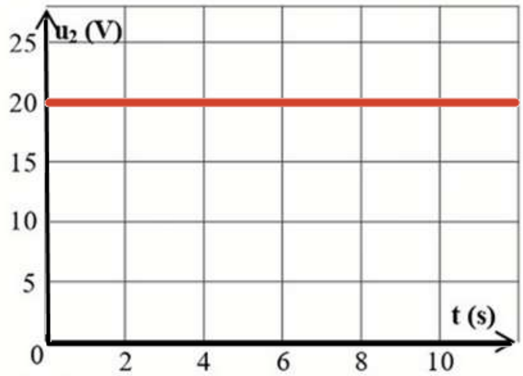
Série N : 1 Condensateur

EXERCICE 1

On dispose de deux dipôles électriques D_1 et D_2, pouvant être chacun soit un résistor de résistance R ou un condensateur de capacité C. Pour identifier ces deux dipôles, on les branche en série, chacun à la fois, à un générateur de courant débitant un courant constant d'intensité $\boxed{I = 1\ mA}$.
La fermeture du circuit étant prise comme origine du temps, on donne ci-dessous l'évolution temporelle des tensions u_1 et u_2 respectivement aux bornes des dipôles D_1 et D_2 :





1^0) a - Pourquoi peut-on affirmer que le dipôle D_2 est le dipôle résistor ?

b - D'après la courbe $u_2 = f(t)$, déterminer la valeur de la résistance R du résistor.

2^0) a - Le condensateur est-il initialement déchargé ? Justifier la réponse.

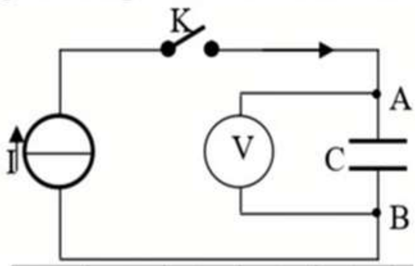
b - D'après la courbe $u_1 = f(t)$, montrer que la valeur de la capacité du condensateur est $C = 500\ \mu F$.

c - Calculer l'énergie électrostatique $E_C(0)$ initialement emmagasinée par le condensateur.

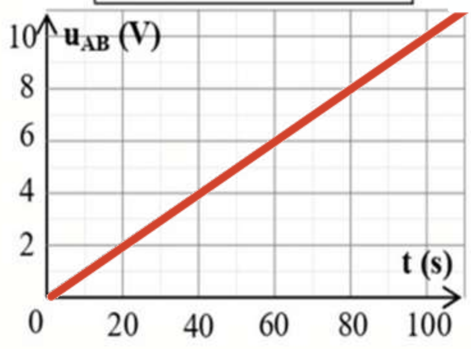
3^0) Peut-on laisser le condensateur se charger ainsi indéfiniment ? Justifier la réponse.

EXERCICE 2

Pour déterminer la capacité C d'un condensateur, on peut utiliser le montage électrique schématisé ci-contre.
Le générateur débite un courant d'intensité constante $\boxed{I = 50\ \mu A.}$



Le condensateur est initialement déchargé. A t = 0, on ferme K et on relève la tension u_{AB} aux bornes du condensateur à différents instants t. On obtient le graphe ci-dessous.



1^0) a - Exprimer la charge q du condensateur en fonction de I et t.

b - En déduire l'expression de u_{AB} en fonction de I, C et t.

c - En exploitant le graphe, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur utilisé.

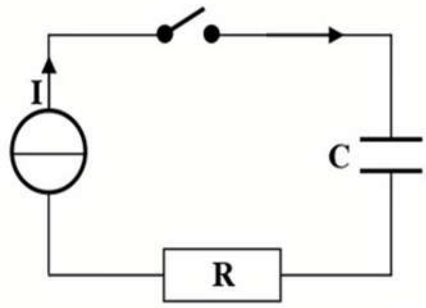
2^0) Le condensateur ne peut supporter qu'une tension $u_{AB} \leq 16$ V.

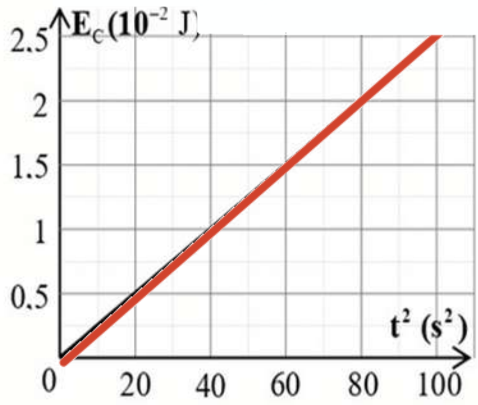
a - Calculer l'énergie maximale $E_{C\,max}$ que peut emmagasiner le condensateur. A quel instant t_{max} est-elle atteinte ?

b - Si le courant débité par le générateur avait une intensité I'= 2I, quelle serait la durée de charge t'_{max} à ne pas dépasser ?
Que se passera-t-il si on chargeait le condensateur pendant une durée $t' > t'_{max}$?

EXERCICE 3

On considère le circuit électrique schématisé ci-contre :
Le générateur débite un courant d'intensité constante $\boxed{I = 0,5\ mA}$.
Le condensateur, de capacité C, est initialement déchargé.
Le résistor à une résistance R
A t = 0, on ferme K.
Un dispositif approprié permet de suivre l'évolution de l'énergie électrique E_C emmagasinée par le condensateur en fonction du carrée du temps. On obtient le graphe ci-contre :





1⁰) a - Trouver graphiquement l'équation de $E_C = f(t^2)$

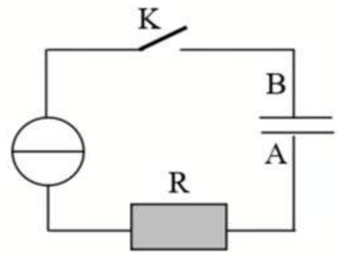
b - Montrer que : $E_C = \dfrac{I^2}{2.C}.t^2$.

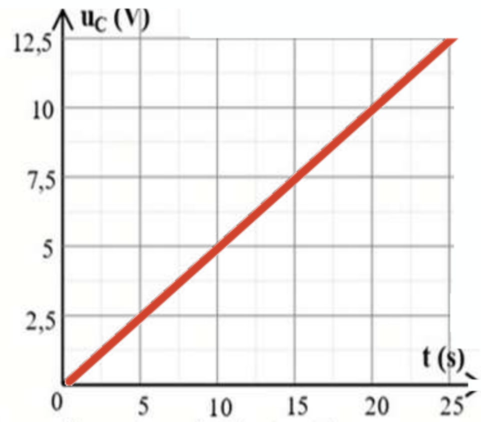
c - En exploitant le graphe, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur utilisé.

2⁰) Sachant qu'à l'instant t = 10 s, l'énergie E_C emmagasinée par le condensateur est égale à l'énergie E_{th} dissipée par effet Joule dans le résistor, calculer la valeur de R.
On rappelle qu'en courant continu : $E_{th} = R.I^2.t$.

EXERCICE 4

On charge charger un condensateur à l'aide d'un générateur de courant qui délivre une intensité de courant constante $\boxed{I = 1\ mA}$ selon le montage ci-contre:
A la date $t = 0$ s, on ferme l'interrupteur K et on enregistre, à l'aide d'un système informatique, l'évolution au cours du temps de la tension u_c aux bornes du condensateur.
Après traitement, on obtient le graphe ci-dessous :





1⁰) Le condensateur est-il initialement déchargé ? Justifier la réponse.

2⁰) Montrer que $u_c(t) = \dfrac{I}{C}.t$

3⁰) En exploitant le graphe de la fonction $u_c = f(t)$, trouver la valeur de la capacité C du condensateur.

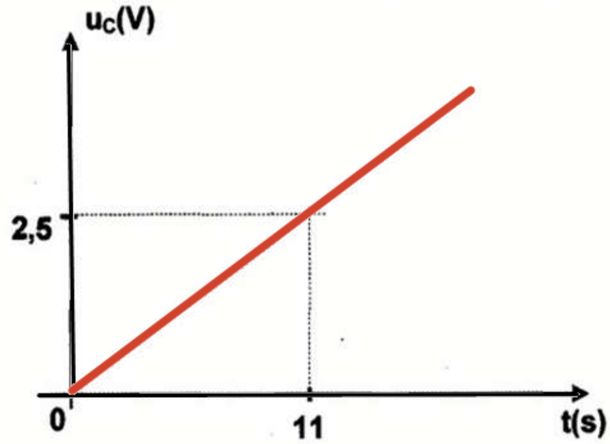
4⁰) Quelle est la durée maximale t_{max} pendant laquelle on peut charger le condensateur sans risquer de le détériorer sachant que sa tension de claquage est U = 30 V ?

5⁰) Calculer la valeur de l'énergie électrostatique E_c emmagasinée par le condensateur à l'instant t_{max}.

EXERCICE 5

On veut déterminer la capacité C d'un condensateur, pour cela on réalise sa charge avec un générateur de courant. Ce générateur débite un courant d'intensité $\boxed{I = 0,5\ mA}$.
On réalise la saisie automatique de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps moyennant une interface reliée à un ordinateur.

1°/ On obtient la courbe $u_C = f(t)$ suivante :



a- Représenter le schéma du montage électrique permettant de tracer cette courbe et les grandeurs u_C, q (charge du condensateur).

b- Le condensateur est-il initialement chargé?

2°/

a- A l'aide de la courbe, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

b- Déterminer la valeur de la charge q et celle de l'énergie électrostatique emmagasinée par le condensateur à la date **t=25 s**.

c- La tension de claquage du condensateur étant de **10V**, au bout de combien de temps le condensateur claque-t-il ?

3°/ Est-il possible de remplacer, à l'échelle du laboratoire, le condensateur utilisé précédemment par un autre condensateur de même capacité C supposé plan dont les armatures sont séparées par un diélectrique de permittivité absolue $\varepsilon = 10^{-7}$ **F.m^{-1}** et d'épaisseur **e=1 mm**.

EXERCICE 6

On réalise le montage de la figure-1- pour étudier la charge du condensateur à l'aide d'un générateur de courant.
On ferme K le générateur débite un courant d'intensité constante d'intensité I_0. Un dispositif approprié nous a permis de tracer les courbes $q_B = f(u_C)$ et $u_C = g(t)$ qui représentent respectivement la variation de la charge q en fonction de la tension u_C aux bornes du condensateur et la variation de cette tension en fonction du temps

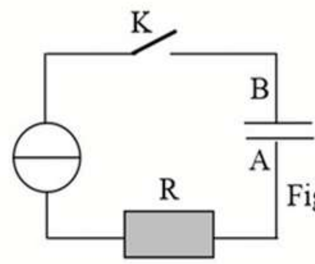
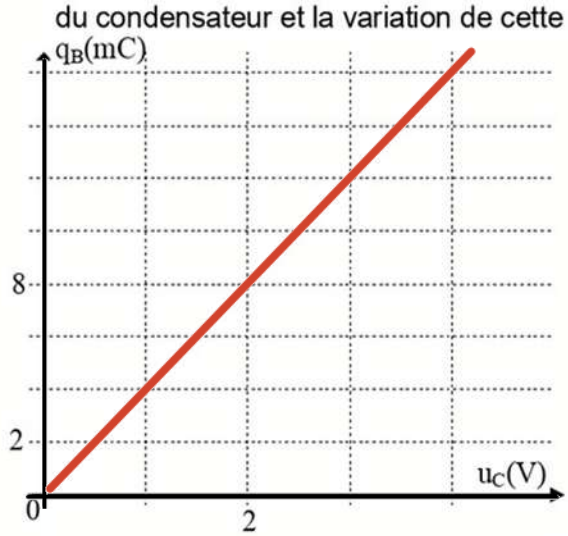
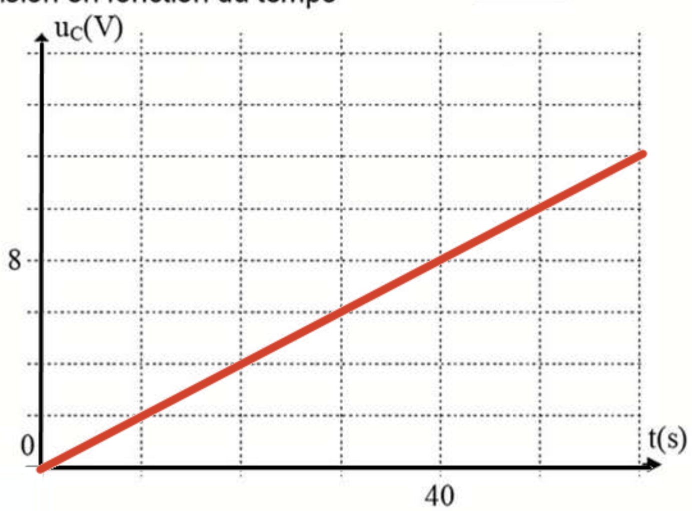


Figure-1-





1-a-Quel est le signe de l'armature A du condensateur? Justifier

b- A quelle armature le courant I_0 arrive-t-il? Justifier

c- Refaire je montage de la figure -1- en ajoutant un ampèremètre et un voltmètre afin de mesurer l'intensité de courant I_0 et la tension u_C aux bornes du condensateur

2-a-Donner la relation entre la tension aux bornes du condensateur et sa charge q

b- Montrer que la tension aux bornes du condensateur à l'instant t a pour expression:

$$u_c = \frac{I_0}{C}.t$$

3-Déduire des deux courbes que la capacité du condensateur est C = 4000 µF et l'intensité du courant débité par le générateur de courant est I_0 = 0,8 mA.

4-a-A quel instant t_1, la charge de l'armature A est q_A = -16 mC

b- Déterminer à l'instant t_1

- la tension u_C aux bornes du condensateur
- L'énergie électrique E_c emmagasinée par le condensateur

EXERCICE 7

On réalise le montage suivant, formé d'un générateur de courant en série avec un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R
On ferme l'interrupteur K à l'instant pris comme origine de temps
Le générateur débite un courant d'intensité constante I_0 = 0,16 mA
Un dispositif approprié nous a permis de tracer respectivement les courbes d'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur et la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique

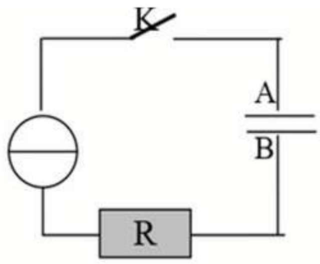
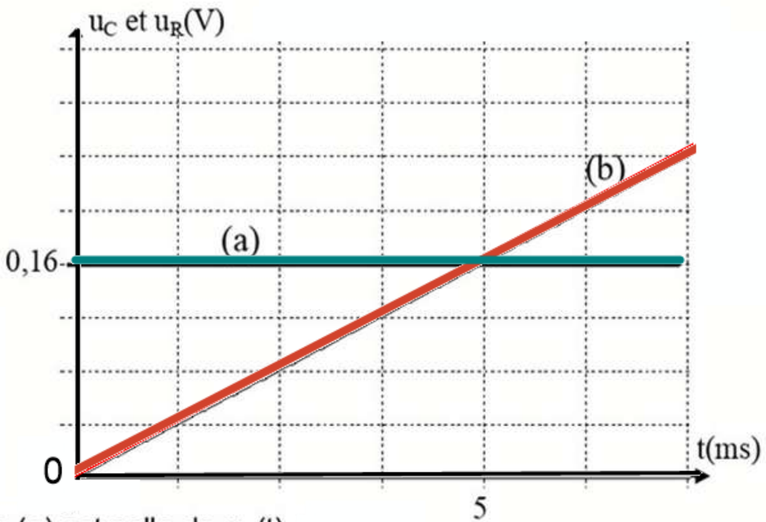


Figure-3-



1-a-Montrer que la courbe (a) est celle de u_R(t).

2-a-Recopier le schéma de la figure-1- telle que K est fermé et représenter l'intensité du courant I_0 Lorsque l'armature B est l'armature positive

b- Montrer que la tension aux bornes du condensateur à l'instant t, a pour expression:

$$u_c = \frac{I_0}{C}.t$$

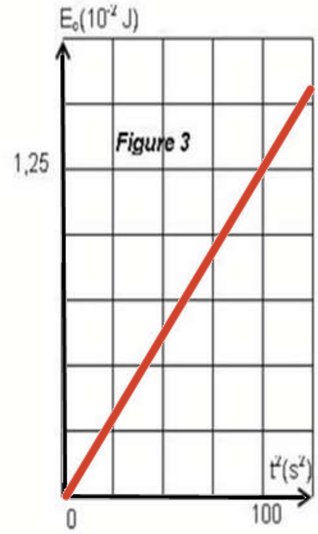
3- Déduire des deux courbes que la résistance de conducteur ohmique est $R = 1\ k\Omega$ et la capacité du condensateur est $C = 5\ \mu F$.

4- Déterminer l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur lorsque $u_C = u_R$.

EXERCICE 8

réalise un circuit électrique, comportant en série, un générateur idéal de courant débitant un courant d'intensité constante $\boxed{\mathbf{I=50\mu A}}$, un conducteur ohmique, un interrupteur K, un condensateur de capacité C inconnue et un voltmètre.

A un instant pris comme origine des temps (t=0), on ferme l'interrupteur K et on suit l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur au cours du temps, ce qui a permis de tracer la courbe d'évolution de l'énergie électrique E_c emmagasinée dans le condensateur en fonction du carré du temps.(figure 3)



1°) Représenter le schéma du montage qui permet de suivre l'évolution de la tension u_c au cours du temps.

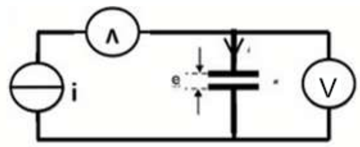
2°) En exploitant le graphe, déterminer la capacité C du condensateur.

3°) Le condensateur utilisé est plan de permittivité électrique absolue ε, l'aire de la surface commune en regard est $\mathbf{s=1m^2}$ et l'épaisseur du diélectrique est **e=0,01mm**. Calculer la permittivité relative du condensateur.

On donne $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$ usi.

EXERCICE 9

Pour déterminer la permittivité absolue d'un condensateur plan, on étudie la variation de sa capacité C en fonction de l'épaisseur e du diélectrique. La surface commune en regard S des deux armatures est constante et égale à $\mathbf{1m^2}$. Pour cela, on réalise le circuit schématisé ci-contre :



Le générateur de courant débite un courant constant **I=1 µA**, on fait varier l'épaisseur e du diélectrique du condensateur et on mesure sa tension au bout d'une durée $\Delta t = 10$ s.

1°) Calculer la valeur de la charge q du condensateur commune aux différentes mesures effectuées.

2°)

a- Compléter le tableau de mesure suivant

e(mm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Uc(v)	28	56	85	114	141
C(nF)					
$1/e(10^3\ m^{-1})$					
Energie électrique $E_c(10^{-4}\ J)$					

b- Tracer la courbe représentant l'évolution de la capacité C du condensateur en fonction de 1/e

Echelle : $\begin{cases} \frac{1}{e} : & 10^3\,m^{-1} \longrightarrow 1cm \\ C : & 50nF \longrightarrow 1cm \end{cases}$

c- Justifier l'allure de la courbe.

d- Identifier le diélectrique utilisé en se référent au tableau suivant. On donne : ε_0=8,85.10^{-12} usi.

Nom du diélectrique	PVC	Polystyrène	Caoutchouc	Plexiglas
ε_r	5	2,4	4	3,3

e- Justifier la variation de l'énergie électrique en fonction de l'épaisseur du diélectrique en établissant l'expression de Ec en fonction de e .

CORRECTION

EXERCICE 1

1) a) Generateur du courant : $i_{(t)} = I$ ➔ cte

➔ $U_R = R\,I$ est constante

donc U_R est indépendante du temps

La courbe de D_2 est constante

donc D_2 est un dipôle résistor

b) $U_R = R\,I$ ➔ $R = \frac{U_R}{R} = \frac{20}{10^{-3}} = 20.10^{3}\,\Omega$

2) a) le condensateur n'est initialement déchargé

car $U_1 = U_C(t=0) = 5 \neq 0$

d'où $q(t=0) \neq 0$

b) La courbe est une droite affine

$$\begin{cases} y = a\,x + b \\ U_C(t) = 2\,t + U_{C0} \end{cases}$$

$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$

$= \frac{25-5}{10-0} = 2\,V s^{-1}$

Physique

Physique

Pour un generateur du courant

$i_{(t)} = \frac{dq}{dt} = I$ est constante

$q_{(t)} = \int i_{(t)} dt = \int I.dt = It + q_0$

$q_{(t)} = It + q_0$

$U_{c(t)} = \frac{q_{(t)}}{C} = \frac{I.t}{C} + \frac{q_0}{C}$

$$\begin{cases} U_{c(t)} = \frac{I}{C} . t + U_{c_0} \\ U_{c(t)} = 2 . t + U_{c_0} \text{ : courbe} \end{cases}$$

Par identification :

$\frac{I}{C} = 2 \Rightarrow C = \frac{I}{2} = \frac{10^{-3}}{2} = 500.10^{-6} F$

$C = 500 \mu F$ $\quad$ $1 \mu F = 10^{-6} F$

c) $E_c(t=0) = \frac{1}{2} C \, U^2_{c(t=0)} = \frac{1}{2} 500.10^{-6} \times 5^2$

$E_c(t=0) = 6,25.10^{-3} J$

3) non car si on charge le condensateur longtemps, U_c dépasse La tension de service $(U_c > U_{cc}) \Rightarrow$ le condensateur claque

Physique

EXERCICE 2

1) a) Générateur du courant $i(t) = I$ → cte

$$q(t) = I.t \qquad \left(I = \frac{q(t)}{t} \right)$$

b) $u_{AB} = u_C = \dfrac{q(t)}{C} = \dfrac{I.t}{C}$

c) La courbe est une droite linéaire

$$y = a\,x$$

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{8-0}{80-0} = 0{,}1\ V.s^{-1}$$

$$\begin{cases} u_{AB} = 0{,}1\,.t \\ u_{AB} = \dfrac{I}{C}\,.t \end{cases}$$

Par identification → $\dfrac{I}{C} = 0{,}1$

$$C = \frac{I}{0{,}1} = \frac{50.10^{-6}}{0{,}1} = 500.10^{-6}\ F$$

2) a) $E_{C_{max}} = \dfrac{1}{2} C\,u_{C_{max}}^2 = \dfrac{1}{2}\,500.10^{-6} \times (16)^2$

$$E_{C_{max}} = 64.10^{-3}\ J$$

$$u_{AB} = \frac{I.t}{C}$$

$$u_{AB_{max}} = \frac{I.\,t_{max}}{C}$$

$$t_{max} = \frac{u_{AB_{max}}.\,C}{I} = \frac{16 \times 500.10^{-6}}{50.10^{-6}} = 160\ s$$

Physique

b) $U_{AB} = \frac{I' t_{max}}{C}$

$$t'_{max} = \frac{U_{AB} \cdot C}{I} = \frac{16 \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{2I} = \frac{16 \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{2 \times 50 \cdot 10^{-6}}$$

$$t'_{max} = 80s$$

Si $t' > t'_{max}$ U_{AB} dépasse la tension de service (maximale) par conséquent le condensateur risque de claquer.

EXERCICE 3

1) a) La courbe est une droite linéaire

$$y = a x$$

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{2.10^{-2} - 0}{80 - 0} = 25.10^{-5}\ J s^{-2}$$

$$E_c = 25.10^{-5}.t^2$$

b) $E_c = \frac{1}{2C} q^2$ $\quad q = I.t$

$$E_c = \frac{1}{2C} I^2.t^2$$

c) $\begin{cases} E_c = 25.10^{-5}\ t^2 \\ E_c = \frac{I^2}{2C}.t^2 \end{cases}$

Par identification $\rightarrow$ $\frac{I^2}{2C} = 25.10^{-5}$

$$C = \frac{I^2}{2 \times 25.10^{-5}} = \frac{(0,5.10^{-3})^2}{2 \times 25.10^{-5}} = 5.10^{-4} F$$

2)

$$E_{th} = R\, I^2.t$$

$$E_c = E_{th}$$

$$\frac{I^2}{2C}.t^2 = R\, I^2.t$$

$$\frac{t}{2C} = R$$

$$R = \frac{10}{2 \times 5.10^{-4}} = 10^4\ \Omega$$

Physique

EXERCICE 4

1) $U_c(t=0) = 0\,V$ d'où $q(t=0) = 0\,C$

➔ le condensateur est initialement déchargé

2) $i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = I$ est constante

$q(t) = \int i(t).dt = \int I.dt = I.t + cte$

à $t=0$: $q(t=0) = 0$

$q(t) = I.t$

$U_c(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{I.t}{C}$

3) La courbe est une droite linéaire

$y = ax$

$$\begin{cases} U_c = 0{,}5.t \\ U_c = \frac{I}{C}.t \end{cases}$$

$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{10-0}{20-0} = 0{,}5\,V s^{-1}$

$\frac{I}{C} = 0{,}5$ ➔ $C = \frac{I}{0{,}5} = \frac{10^{-3}}{0{,}5} = 2.10^{-3}\,F$

4) $U_{cc} = \frac{I.t_{max}}{C}$ ➔ $t_{max} = \frac{U_{cc}.C}{I}$

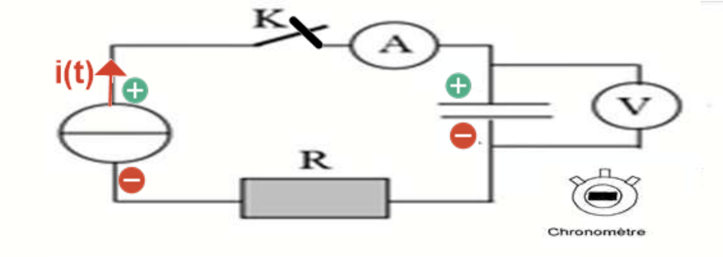
$t_{max} = \frac{30.\,2.10^{-3}}{10^{-3}} = 60\,s$

5) $E_c = \frac{1}{2} C U_{c_{max}}^2 = \frac{1}{2} 2.10^{-3} \times 30^2 = 0{,}9\,J$

Physique

EXERCICE 5

1) a)



b) le condensateur est inialement déchargé car $U_C(t=0) = 0\,V$ d'ou $q(t=0) = 0\,C$

2) a) La courbe est une droite linéaire

$$y = ax$$

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{2{,}5 - 0}{11 - 0} = 0{,}227\,V s^{-1}$$

$$\begin{cases} U_C = 0{,}227\,t \\ U_C = \frac{q}{C} = \frac{I}{C}.t \end{cases}$$

$$\frac{I}{C} = 0{,}227 \Rightarrow C = \frac{I}{0{,}227} = \frac{0{,}5.10^{-3}}{0{,}227} = 2{,}2.10^{-3}\,F$$

b) $q = I.t = 0{,}5.10^{-3} \times 25 = 12{,}5.10^{-3}\,C$

$$E_C = \frac{1}{2C}q^2 = \frac{1}{2 \times 2{,}2.10^{-3}} \times (12{,}5.10^{-3})^2 = 3{,}55.10^{-2}\,J$$

c) $U_{CC} = \frac{q}{C} = \frac{I.t_c}{C}$

$$t_c = t_{max} = \frac{U_{CC}.C}{I} = \frac{10 \times 2{,}2.10^{-3}}{0{,}5.10^{-3}} = 44\,s$$

3) $C = \frac{\varepsilon \times S}{e} \Rightarrow S = \frac{C.e}{\varepsilon} = \frac{2{,}2.10^{-3} \times 10^{-3}}{10^{-7}} = 22\,m^2$

La surface est tres grand, n'est pas possible a l'echelle du laboratoire.

Physique

EXERCICE 6

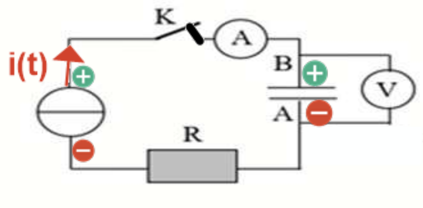
1) a) La courbe $q_B = f(U_c)$ positive

donc $q_B > 0$ et par suite $q_A < 0$

➔ l'armature A est negative

b) le courant I_0 arrive à l'armature positive B.

c)



2) a) $U_c = \frac{q}{C}$

generateur du courant d'ou $i(t) = I_0$

$I_0 = \frac{q}{t}$ ➔ $q = I_0 . t$

$U_c = \frac{q}{C} = \frac{I_0 . t}{C}$

3) La courbe $q_B = f(U_c)$ est lineaire

$y = ax$

$$\begin{cases} q = 4.10^{-3} . U_c \\ q = C\, U_c \end{cases}$$

$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{8.10^{-3} - 0}{2 - 0} = 4.10^{-3} CV^{-1}$

Physique

Par identification → $C = 4.10^{-3} = 400.10^{-6}$ F

$C = 400\,\mu F$

$1\mu F = 10^{-6} F$

La courbe $u_c = g(t)$ est linéaire

$y = ax$

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{8-0}{40-0} = 0{,}2\ V s^{-1}$$

$$\begin{cases} u_c = 0{,}2 \times t \\ u_c = \frac{I_0}{C} . t \end{cases}$$

$\frac{I_0}{C} = 0{,}2$ → $I_0 = 0{,}2 \times C = 0{,}2 \times 400 . 10^{-6}$

$I_0 = 0{,}8 . 10^{-3} = 0{,}8$ mA

4) a) lorsque La charge de l'armature A

$$\left.\begin{array}{l} \text{est } q_A = -16\ mC \\ \text{donc } q_B = 16\ mC \end{array}\right\} t_1 = 20\,s$$

D'après le 1er graphe $u_c = 4V$

b)

$E_c = \frac{1}{2} C u_c^2$

$E_c = \frac{1}{2} 400 . 10^{-6} \times 4^2 = 32 . 10^{-3}$ J

Physique

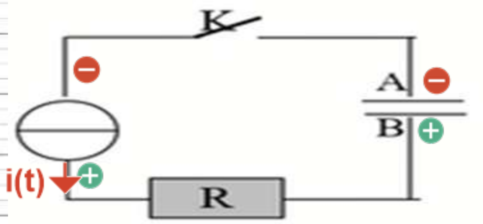
EXERCICE 7

1) Générateur du courant $i(t) = I \Rightarrow cte$

$U_R = R\,I$ est constante donc U_R est indépendante du temps

La courbe (a) est constante donc a est celle de $U_R(t)$.

2) a)



b) générateur du courant $\begin{cases} I_0 = \dfrac{q}{t} \\ q = I_0 . t \end{cases}$

$U_c = \dfrac{q}{c} = \dfrac{I_0 . t}{c}$

3) $U_R = R\,I_0 \Rightarrow R = \dfrac{U_R}{I_0} = \dfrac{0,16}{0,16.10^{-3}} = 10^3\,\Omega$

$R = 1\,K\Omega$

$1K\Omega = 10^3\,\Omega$

La courbe b est une droite linéaire

$\begin{cases} y = a\,x = 32.t \\ U_c = \dfrac{I_0}{C} . t \end{cases}$

$\dfrac{I_0}{C} = 32 \Rightarrow C = \dfrac{I_0}{32} = 5.10^{-6}F$

$a = \dfrac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \dfrac{0,16 - 0}{5.10^{-3} - 0} = 32\ Vs^{-1}$

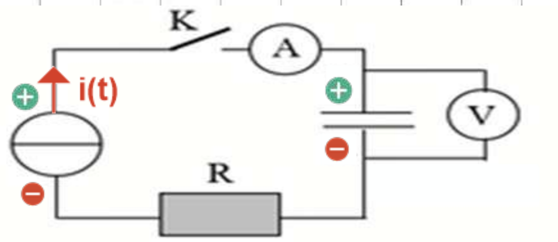
4) $U_c = U_R = 0,16\,V$

$E_c = \dfrac{1}{2} c\, U_c^2 = \dfrac{1}{2} 5.10^{-6} (0,16)^2 = 64.10^{-9}\,J$

Physique

EXERCICE 8

1)



2) La courbe est une droite linéaire

$y = ax$

$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{1,25.10^{-2}}{100} = 1,25.10^{-4}\ J s^{-2}$

$E_c = 1,25.10^{-4} t^2$

$E_c = \frac{1}{2C} q^2 = \frac{1}{2C}(I.t)^2$

$\begin{cases} E_c = 1,25.10^{-4}.t^2 \\ E_c = \frac{I^2}{2C}.t^2 \end{cases}$

Par identification ➔ $\frac{I^2}{2C} = 1,25.10^{-4}$

$C = \frac{I^2}{2 \times 1,25.10^{-4}} = \frac{(50.10^{-6})^2}{2,5.10^{-4}} = 10^{-5} F$

3)

$C = \frac{\varepsilon \times S}{e}$

$\varepsilon = \frac{C.e}{S} = \frac{10^{-5} \times 0,01 \times 10^{-3}}{1} = 10^{-10}\ F m^{-1}$

$\varepsilon = \varepsilon_0 . \varepsilon_r$

$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{10^{-10}}{8,85.10^{-12}} = 11$ (sans unité)