Série n°1 : circuit RC

Exercice n°1

Pour étudier expérimentalement la réponse d'un dipôle **RC** à un échelon de tension, on met à la disposition des élèves, sur chaque poste de travail :

- un condensateur de capacité **C = 50 µF**,
- un résistor de résistance **R** inconnue,
- un générateur de **fem** (force électromotrice) **E = 10 V** et de résistance interne négligeable devant **R**,
- un oscilloscope à mémoire,
- un interrupteur **K** et des fils de connexion.

Les **5** schémas de la figure **1** sont choisis parmi ceux proposés par les élèves pour réaliser le circuit de charge du condensateur, avec les connexions indispensables à l'oscilloscope à mémoire afin de visualiser simultanément sur son écran la tension d'alimentation et la tension u_C aux bornes du condensateur.

1. Parmi les **5** schémas de la figure **1**, deux seulement sont donnés avec les connexions convenables aux entrées Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope. Les identifier par indication de leur numéro.

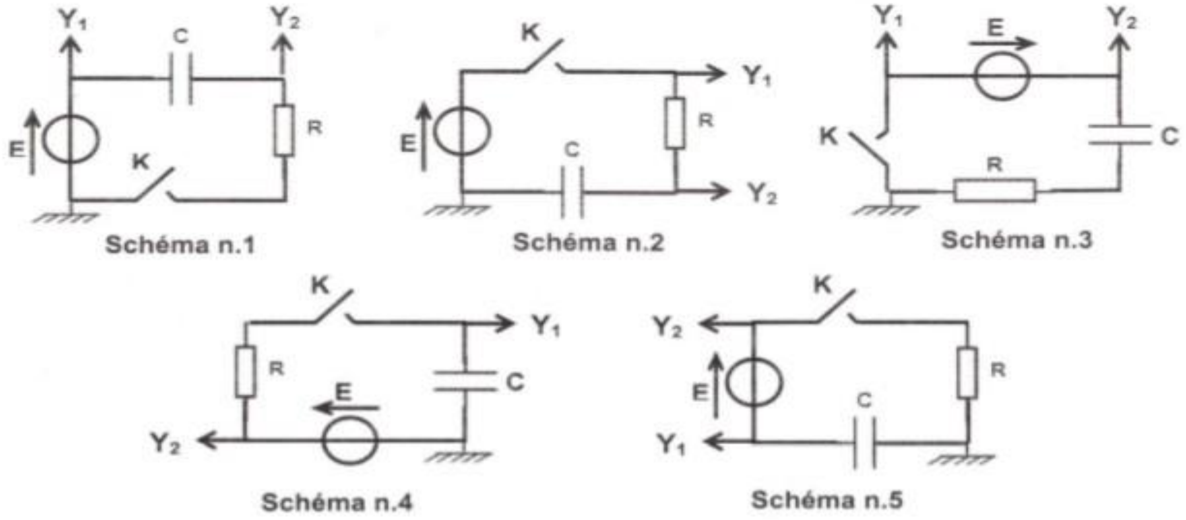


Fig.1

2. En fermant l'interrupteur **K** du montage réalisé selon l'un ou l'autre des schémas reconnus valables, on obtient les chronogrammes de la figure **2**.

 a) Sachant que la tension u_C aux bornes du condensateur s'écrit en fonction du temps **t** :

 $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, où τ est la constante de temps du dipôle **RC**, déterminer graphiquement la valeur de τ.

 b) En déduire :
 – la valeur de **R**,
 – à **1 %** près, la valeur de la durée θ au bout de laquelle le condensateur devient complètement chargé.

 c) Montrer que si l'on remplace le résistor de résistance **R** par un autre de résistance **R'** de valeur triple de celle de **R**, le condensateur se chargera moins rapidement et, pour acquérir sa charge totale, il lui faudra une durée θ' plus longue que l'on déterminera en fonction de θ.

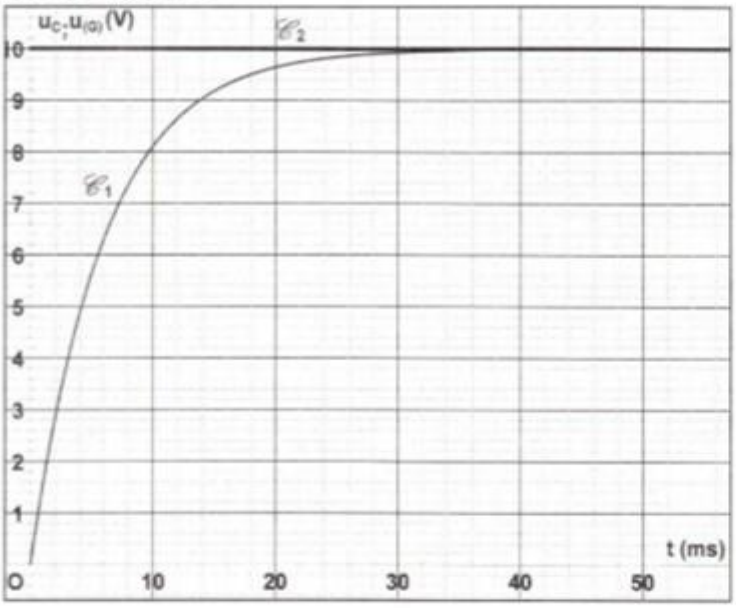


Fig.2

3. a) Identifier, par l'indication de son numéro, le schéma donné dans la figure **1** avec les connexions qui conviennent plutôt à la visualisation de la tension u_R aux bornes du résistor, en plus de la tension d'alimentation.

b) – Etablir l'expression de u_R en fonction de **t**, τ et **E**.

– En déduire l'expression de l'intensité **i(t)** du courant de charge.

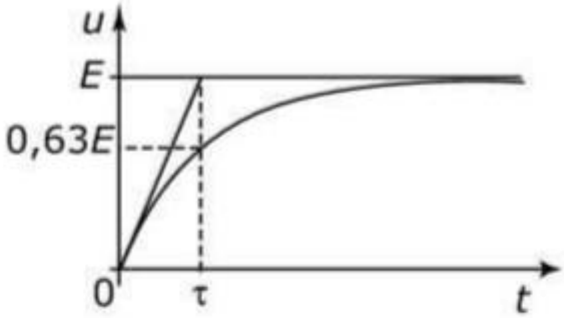
c) – Tracer l'allure du chronogramme de **i(t)** tout en y précisant les valeurs que prend l'intensité **i** respectivement à la fermeture de l'interrupteur **K** et lorsque le condensateur devient complètement chargé.

– En déduire le rôle que joue le condensateur dans le circuit, en régime permanent.

Correction

1. Les schémas 2 et 4

2a- τ = 6 ms, u(τ)= 0,63E; τ est comprise entre 5 et 8 ms. Pour déterminer τ, o trace alors la tangente à la courbe de charge au point d'abscisse t = 0, puis on projette son intersection avec l'asymptote u = E sur l'axe des temps comme il e: indiqué



b- $\tau = RC \rightarrow R = \tau / C = 120\Omega$; $\theta = 4{,}6\ \tau = 27{,}6$ ms

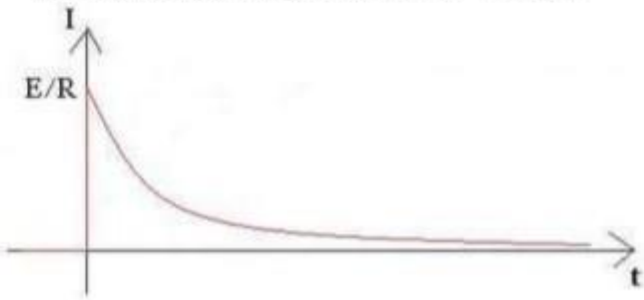
c- R' = 3R; $\tau' = R'C = 3\tau$; donc τ' est supérieure à τ, d'où le condensateur se charge moins rapidement. $\theta' = 3\ \theta$

3 a- Le schéma n°1

b- $u_R = Ri = R\dfrac{dq}{dt} = RC\dfrac{du_c}{dt} = \dfrac{RCE}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow i = \dfrac{u_R}{R} = \dfrac{CE}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = \dfrac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$

c- $i(t) = \dfrac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$; à t = 0, $i(0) = \dfrac{E}{R} = 0{,}083$A et lorsque t tend vers l'infini, $i(\infty) \rightarrow$ 0

la courbe i(t) est décroissante → **i(t) :**



En régime permanent, le condensateur joue le rôle d'un interrupteur ouvert.

Exercice n°2

Au laboratoire d'un lycée, on dispose du matériel suivant :

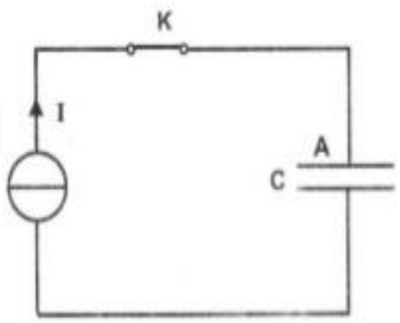
- un générateur de courant délivrant un courant constant d'intensité $I = 100\ \mu A$,
- un générateur de tension constante $E = 7,2\ V$,
- un conducteur ohmique, de résistance **R** réglable, une bobine d'inductance $L = 1\ H$ et de résistance nulle et un condensateur de capacité **C** inconnue,
- un oscilloscope bicourbe,
- un interrupteur **K** et des fils de connexion.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves se proposent de déterminer la valeur de la capacité **C** du condensateur par différentes méthodes. Pour ce faire, ils réalisent les trois expériences suivantes :

Expérience - 1 : charge du condensateur à l'aide du générateur de courant.

Le montage réalisé est donné par la **figure 3**.
Le condensateur est initialement déchargé. À un instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K**. L'évolution au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur est donnée par la courbe de la **figure 4**.

Figure 3



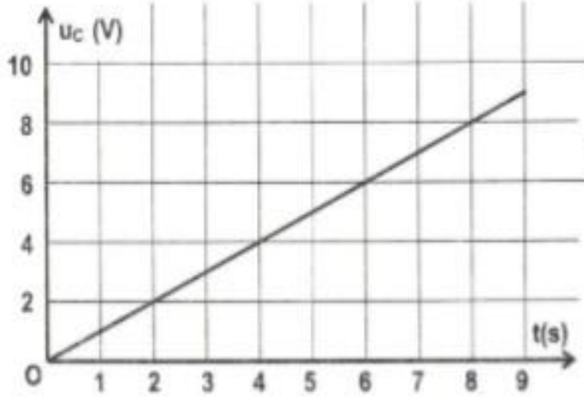


Figure 4

1) Donner, à un instant de date **t**, l'expression de la tension u_C en fonction de **C** et de la charge q_A portée par l'armature **A** du condensateur.

2) Exprimer la charge q_A en fonction de I et t. En déduire que $u_C = \frac{I t}{C}$.

3) En exploitant la courbe de la **figure 4**, déterminer la valeur de la capacité **C**.

Expérience - 2 : charge du condensateur à l'aide du générateur de tension constante.

Le circuit réalisé est représenté par la **figure 5 de la feuille annexe (page 5 / 5)**. Le condensateur étant déchargé, à un instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K**. L'oscilloscope permet de visualiser au cours du temps, l'évolution des tensions u_C et **E** respectivement aux bornes du condensateur et aux bornes du générateur.
Pour $R = R_1 = 200\ \Omega$, on obtient les courbes représentées par la **figure 6 de la feuille annexe**.

1) Sur le schéma du montage de la **figure 5 (page 5 / 5, à rendre avec la copie)**, indiquer les connexions à réaliser avec l'oscilloscope afin de visualiser, sur sa voie (A), la tension **E** et, sur sa voie (B), la tension u_C.

2) Donner l'expression de la constante de temps τ du dipôle **RC**. Déterminer sa valeur.

3) En déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Figure 5

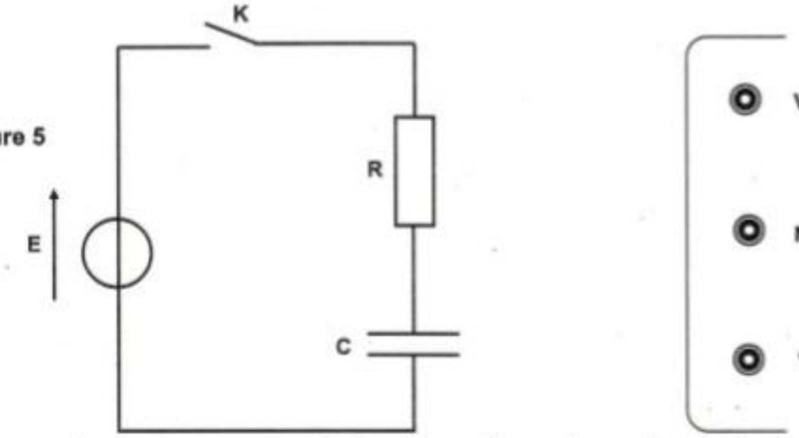
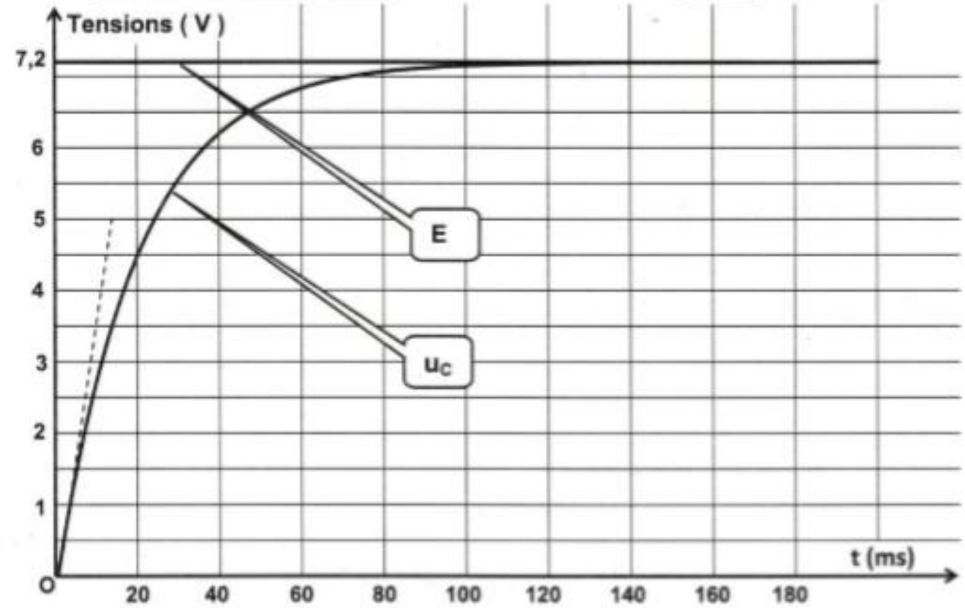


Figure 6



Correction

Expérience- 1: charge du condensateur à l'aide du générateur de courant.

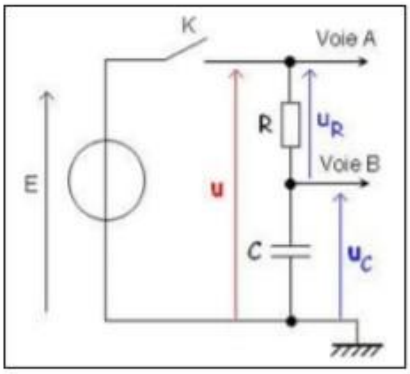
1- $u_C = \dfrac{q_A}{C}$

2- $q_A = I.t$, $u_C = \dfrac{q_A}{C}$; $u_C = I\dfrac{t}{C}$

3- La courbe de u_C en fonction du temps est un segment de droite qui passe per l'origine O, $u_C = at$, a étant la pente, $a = \dfrac{\Delta u_C}{\Delta t}$, A.N : $a = 1V.s^{-1}$; $u_C = t$, or : $a = \dfrac{I}{C} \Rightarrow C = \dfrac{I}{a}$, A.N : $C = 10^{-4}$ F.

Expérience- 2: charge du condensateur à l'aide du générateur de tension constante.

1-Le branchement:



2- τ est la constante de temps, avec $\tau = RC$, pour déterminer sa valeur, il suffit de prendre l'abscisse du point d'intersection de la tangente à la courbe à t =0 avec la droite $u_C = E$; $t = \tau$, $\tau = 20$ ms.

3- $\tau = RC \Rightarrow C = \dfrac{\tau}{R}$, A.N: $C = 10^{-4}$ F.

Exercice n°3

Afin d'étudier expérimentalement la réponse d'un dipôle **RC** à un échelon de tension, on réalise le circuit électrique de la **figure 1** qui comporte :

– un générateur de tension idéal de force électromotrice **E** ;
– un condensateur de capacité $C = 2.10^{-6}$ F initialement déchargé ;
– un résistor de résistance **R** réglable ;
– un interrupteur **K**.

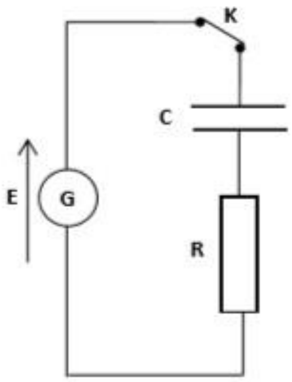


Figure 1

A un instant **t = 0**, pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur **K**.

1) Préciser le phénomène physique qui se produit au niveau du condensateur.

2) **a** – Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur au cours du temps s'écrit :

$$RC\frac{du_c}{dt} + u_c = E.$$

b – En admettant que la solution de cette équation différentielle est de la forme :

$u_c = A\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, préciser les expressions de **A** et de τ.

3) Un système d'acquisition approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions u_C, u_G et u_R respectivement aux bornes du condensateur, du générateur et du résistor. Pour une valeur de $R = R_1$, on obtient les courbes $\mathscr{C}_1$, $\mathscr{C}_2$ et $\mathscr{C}_3$ de la **figure 2**.

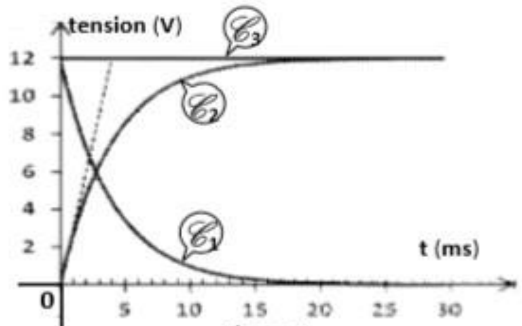


Figure 2

a –En justifiant la réponse, faire correspondre chacune des courbes $\mathscr{C}_1$, $\mathscr{C}_2$ et $\mathscr{C}_3$ à la tension qu'elle représente.

b –En exploitant les courbes de la **figure 2**, déterminer la fem **E** et la constante de temps τ du circuit. En déduire la valeur de R_1.

c – Déterminer l'instant t_1 pour lequel la tension $u_C(t)$ est égale à $u_{R1}(t)$.

d – Exprimer u_C en fonction de **E**, t_1 et **t**. En déduire le pourcentage de charge du condensateur aux instants : t_1 et $t_2 = 6{,}6\, t_1$.

Correction

Partie I

1) Il se produit le phénomène de charge du condensateur.

2) **a** – La loi des mailles s'écrit :

$u_c + u_R - E = 0$, or $u_R = Ri$ par suite :

$u_c + Ri = E$

$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt}$ ainsi $RC\frac{du_c}{dt} + u_c = E$

b – On a $u_c = A\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ l'équation différentielle s'écrit :

$\frac{RCA}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$ ou encore

$A + Ae^{-\frac{t}{\tau}}(\frac{RC}{\tau} - 1) = E$. D'où $A = E$

et $Ae^{-\frac{t}{\tau}} \neq 0$ $(\frac{RC}{\tau} - 1) = 0$ donc : $\tau = RC$.

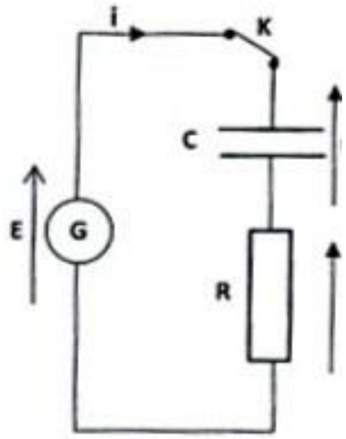


Figure 1

3) a – • On a : u_G = Cte = E (générateur de tension idéal) ce qui correspond à la courbe $\mathscr{C}_3$.

• La tension représentée par la courbe $\mathscr{C}_2$ croit exponentiellement et atteint une valeur limite ce qui correspond à la tension u_c aux bornes du condensateur qui se charge.

• La tension représentée par la courbe $\mathscr{C}_1$ décroit exponentiellement et finit par s'annuler ce qui correspond à la tension u_R aux bornes du résistor R.

b – D'après le graphe on trouve E = 12 V ; τ = 4 ms = 4×10^{-3}s.

On a $\tau = R_1C$ par suite $R_1 = \frac{\tau}{C}$; $R_1 = 2 \times 10^3\ \Omega$.

c –

$u_C = u_{R1}$; donc $A\left(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}\right) = \frac{R_1CA}{\tau} e^{-\frac{t_1}{\tau}}$ soit : $t_1 = \tau \ln 2 \quad t_1 = 2{,}77$ms

d – $u_c = E\left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_1}}\right)$ Pour $t = t_1$; $\frac{uc}{E} = 0{,}5$. Le condensateur est chargé à 50%.

Pour $t = 6{,}6t_1$; $\frac{uc}{E} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{6,6} = 0{,}99$. Le condensateur est chargé à 99%.

Exercice n°4

On dispose au laboratoire d'un :

* condensateur de capacité C initialement déchargé;
* résistor de résistance R = 250 Ω;
* générateur G_1 de tension idéal de fem E = 6 V;
* dipôle D de nature inconnue;
* interrupteur K;
* oscilloscope bicourbe;
* générateur basse fréquence GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante U_m et de fréquence N réglable.

I- Dans une première expérience et pour visualiser la tension électrique instantanée u_{BM} aux bornes du résistor, on réalise le montage de la **figure 1**. On ferme l'interrupteur K à l'instant t = 0 et on relie le point B du circuit à la voie Y_B de l'oscilloscope et le point M à la masse. L'évolution de u_{BM} en fonction du temps est représentée sur la **figure 2**.

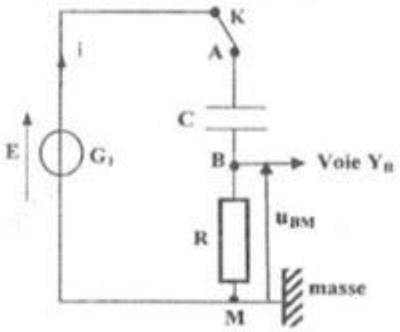


figure 1

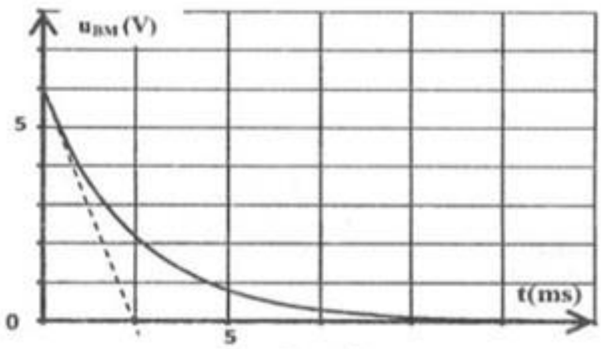


figure 2

1- a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q du condensateur au cours du temps.

b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{BM}$ au cours du temps peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R = 0$; avec $\tau = RC$.

2- On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = \beta e^{-\alpha t}$. Exprimer β et α en fonction de E, R et C.

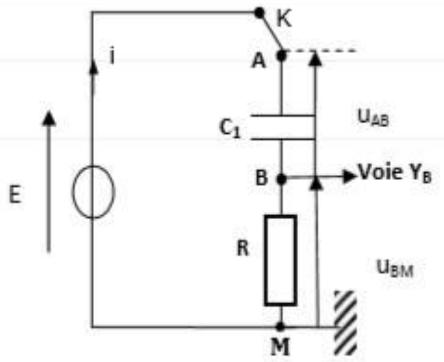
3-a- Déterminer graphiquement la valeur de τ.

b- En déduire la valeur de la capacité C.

Correction

I-1-a La loi des mailles s'ecrit $u_{AB}+u_{BM}-E=0$ donc $\frac{q}{C}+R\frac{dq}{dt}=E$

b- $R\frac{dq}{dt}=u_R$ $\frac{du_R}{dt}+\frac{1}{C}\frac{dq}{dt}=0$ alors $\frac{du_R}{dt}+\frac{1}{C}\frac{u_R}{R}=0$ avec $\tau=RC$



2-$u_R(t)=\beta e^{-\alpha t}$ on a $\frac{du_R}{dt}=-\alpha\beta e^{-\alpha t}$ on remplace dans l'équation différentielle (1) on trouve $\beta=E$ et $\alpha=\frac{1}{\tau}$

3-a-graphiquement $\tau=2{,}5.10^{-3}$s

b- comme $\tau=RC$ donc $C=10.10^{-6}$F

Exercice n°5

On dispose, au laboratoire d'un lycée, d'un condensateur de capacité **C** et d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** dont on se propose de déterminer expérimentalement leurs grandeurs électriques caractéristiques. Pour ce faire, un groupe d'élèves réalise les deux expériences suivantes:

I- Expérience 1 : détermination de la valeur de la capacité C du condensateur.

Pour déterminer la valeur de la capacité C, les élèves réalisent le circuit schématisé sur la **figure 1**.

Il comporte, montés en série:

- le condensateur ;
- un conducteur ohmique de résistance **R = 415 Ω** ;
- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un interrupteur (**K**).

A l'instant **t = 0**, les élèves ferment l'interrupteur (K) et suivent, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution au cours du temps de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

La courbe obtenue est représentée sur la **figure 2 de la page 5/5 à compléter et à rendre avec la copie.**

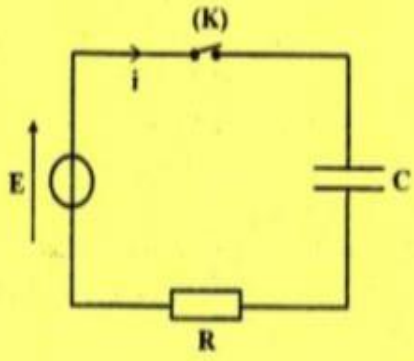


figure 1

1- Nommer le phénomène subi par le condensateur au cours de cette expérience.

2- a- Exprimer la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique en fonction **R**, **C** et $\frac{du_c(t)}{dt}$.

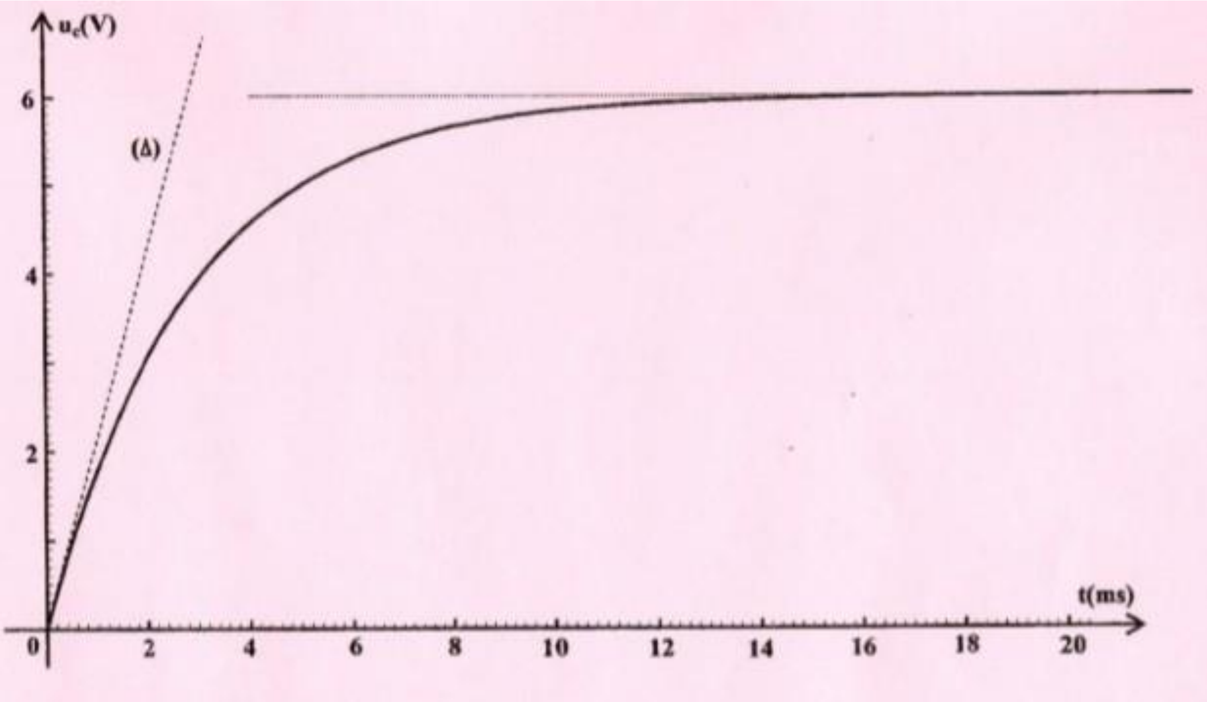
b- En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_c(t)$ s'écrit sous la forme: $u_c(t)+\tau\frac{du_c(t)}{dt}=E$, où τ désigne la constante de temps du dipôle RC.

3- a- En exploitant la courbe de la **figure 2 de la page 5/5**, déterminer :

a_1- la valeur de la fem **E** du générateur ;

a_2- la valeur de la constante de temps τ.

b- En déduire la valeur de la capacité **C**, ainsi que celle de la charge maximale Q_0 emmagasinée dans le condensateur.



La droite (Δ) est tangente à la courbe à t = 0

Exercice n°6

A – On se propose de déterminer la nature exacte d'un dipôle électrique D qui peut être soit une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, soit un condensateur de capacité **C**. On réalise alors le circuit schématisé sur la figure 1. Ce circuit comporte un générateur délivrant entre ses bornes une tension électrique **E = 6 V**, un résistor de résistance **R_o = 100 Ω**, le dipôle D et un interrupteur K, montés tous en série.

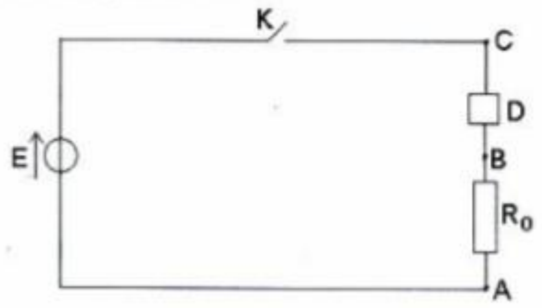
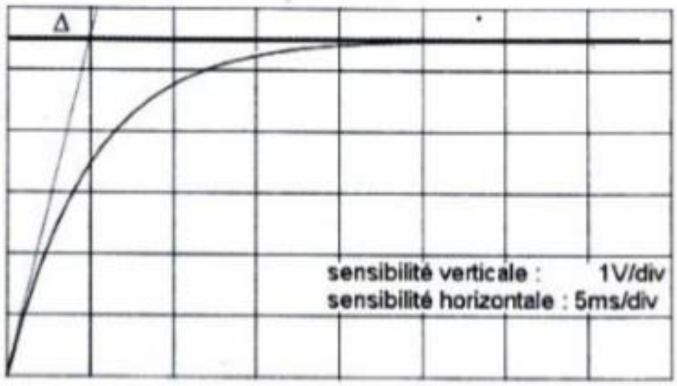


Figure 1

1. A la fermeture du circuit, on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire la tension u_{BA} aux bornes du résistor. On obtient alors le chronogramme représenté sur la figure 2.
   a) Reproduire le schéma de la figure 1 et représenter les connexions à faire avec l'oscilloscope.
   b) Montrer que le dipôle D est une bobine et expliquer le retard à l'établissement du régime permanent dans le circuit.



Δ : tangente à la courbe à t = 0

Figure 2

2. **a)** En appliquant la loi des mailles au circuit, montrer que la tension u_{BA} aux bornes du résistor vérifie l'équation différentielle : $\frac{du_{BA}}{dt} + \frac{1}{\tau}u_{BA} = \frac{R_o}{L}E$,
   où $\tau = \frac{L}{R}$ désigne la constante de temps du dipôle RL, avec $R = R_o + r$.
   b) Sachant que $u_{BA} = \frac{R_o}{R_o + r}E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer graphiquement la valeur de τ .
   c) Déterminer les valeurs de la résistance **r** et de l'inductance **L** de la bobine.

Exercice n°7

On dispose d'une pile (P) de force électromotrice E et de résistance interne r. On peut modéliser cette pile par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance r et d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E.

Pour déterminer les grandeurs caractéristiques E et r de la pile (P), on réalise le circuit électrique schématisé dans la **figure 1**. Il comporte, montés en série, la pile (P), un condensateur de capacité $C = 2200\ \mu F$ et un interrupteur K.

Initialement, le condensateur est complètement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K et on suit, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient la courbe de la **figure 2**.

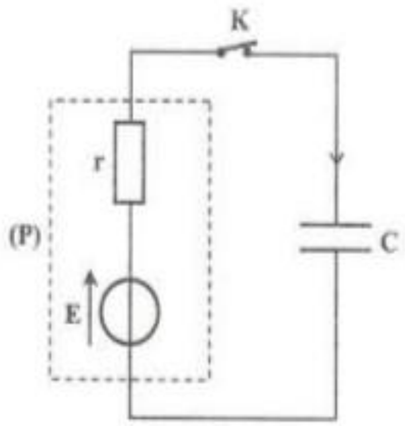


figure 1

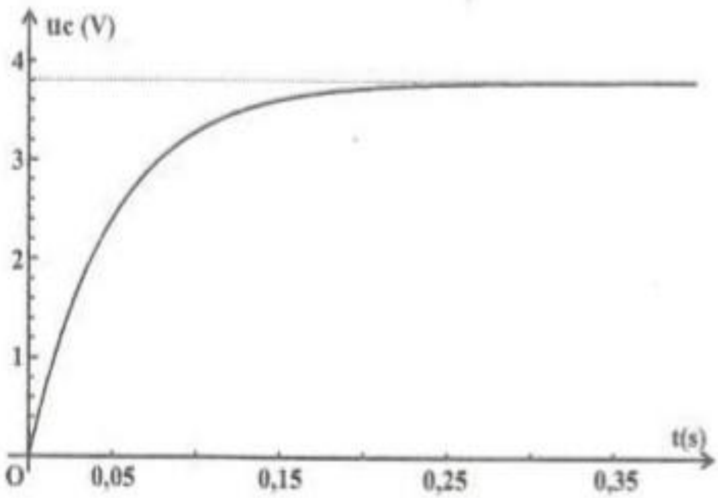


figure 2

1- Reproduire, sur votre copie, le schéma du circuit de la **figure 1** en indiquant les connections à réaliser avec l'oscilloscope afin de visualiser la tension u_c.

2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit : $E = u_c(t) + \tau \frac{du_c(t)}{dt}$, où τ est la constante de temps du dipôle rC.

3- Que devient cette équation à la fin de la charge du condensateur ? En déduire la valeur de E.

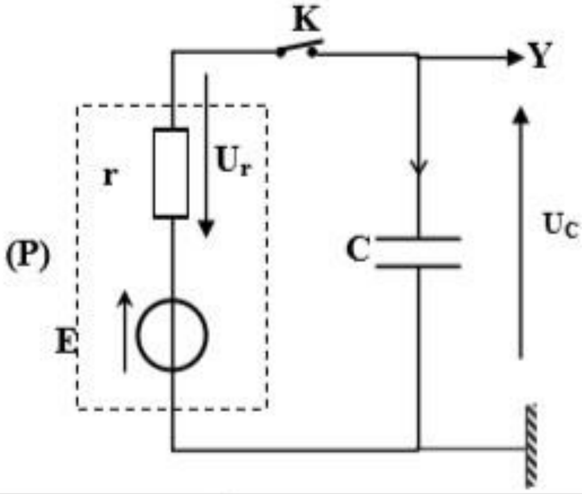
4- a- Vérifier que : $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

b- Déterminer la valeur du rapport $\frac{u_c}{E}$ à l'instant de date $t = \tau$.

c- En utilisant ce résultat (question 4-b), et en exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer la valeur de τ. En déduire celle de r.

5- Calculer l'énergie W emmagasinée par le condensateur lorsqu'il est complètement chargé.

Correction



$$E - u_C - u_r = 0 ; \quad \text{avec } u_r = r\,C\frac{du_C}{dt}.$$

$$E = u_C + r\,C\frac{du_C}{dt} = u_C + \tau\frac{du_C}{dt}$$

$u_C = Cte \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = 0$, d'où $u_C = E$. Graphiquement, $E = 3{,}8$ V.

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}.e^{-t/\tau}$$

$$u_C + \tau\frac{du_C}{dt} = E - Ee^{-t/\tau} + \tau\frac{E}{\tau}e^{-t/\tau} = E.$$

Pour $t = \tau$, $\frac{u_C}{E} = 1 - e^{-1} = 0{,}63$.

Pour $t = \tau$, $u_C = 0{,}63.E \approx 2{,}4$ V. Graphiquement, $\tau = 0{,}05$ s

$$\tau = r\,C \Rightarrow r = \frac{\tau}{C}, \quad \text{A.N:} \quad r = 22{,}7\ \Omega.$$

$$W = \frac{1}{2}.C.E^2, \quad \text{A.N:} \quad W = 15{,}9.10^{-3}\ J.$$

Exercice n°8

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève est chargé de trouver expérimentalement les valeurs de la capacité **C** d'un condensateur et de l'inductance **L** d'une bobine de résistance supposée nulle.
On met à sa disposition le condensateur, la bobine, un générateur de résistance négligeable et de fem **E** réglable, un conducteur ohmique de résistance R_1 réglable, un conducteur ohmique de résistance $R_2 = 20\ \Omega$, un oscilloscope, deux interrupteurs et des fils de connexion.
Avec ce matériel, l'élève réalise le montage schématisé sur la **figure 2 de la page 5/6 (à rendre avec la copie)** puis, il procède comme suit :

<u>Première expérience</u> : ***détermination de la capacité C du condensateur.***

Le condensateur étant déchargé. A l'instant $t = 0$, l'élève ferme l'interrupteur K_1 (en maintenant K_2 ouvert) et suit, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur.

Pour $R_1 = 220\ \Omega$ et $E = 3{,}8\ V$, il obtient la courbe de la **figure 3** de la **page 5/6**.

L'expression en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur est : $u_c(t) = U_0\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$;

où U_0 et τ sont deux constantes positives non nulles.

1- a- En se référant à l'expression de $u_c(t)$, préciser la limite vers laquelle tend u_c pour un temps de charge très long.
   b- En déduire graphiquement, la valeur de U_0.
2- a- Nommer τ, puis donner son expression en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.
   b- Calculer la valeur de u_c à l'instant $t = \tau$.
   c- En déduire graphiquement, la valeur de τ. Trouver alors celle de **C**.
3- a- Donner l'expression de l'intensité **i** du courant traversant le circuit en fonction de **C** et $\frac{du_c}{dt}$.
   b- En déduire l'expression de la tension u_{R_1} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 en fonction du temps.
   c- Tracer sur la **figure 3 de la page 5/6**, l'allure de la courbe traduisant l'évolution de la tension u_{R_1} en fonction du temps dans l'intervalle **[0 ; 3,5 ms]**.
4- Pour charger plus rapidement le condensateur, préciser en le justifiant, s'il faut augmenter la valeur de **E** ou diminuer celle de R_1.

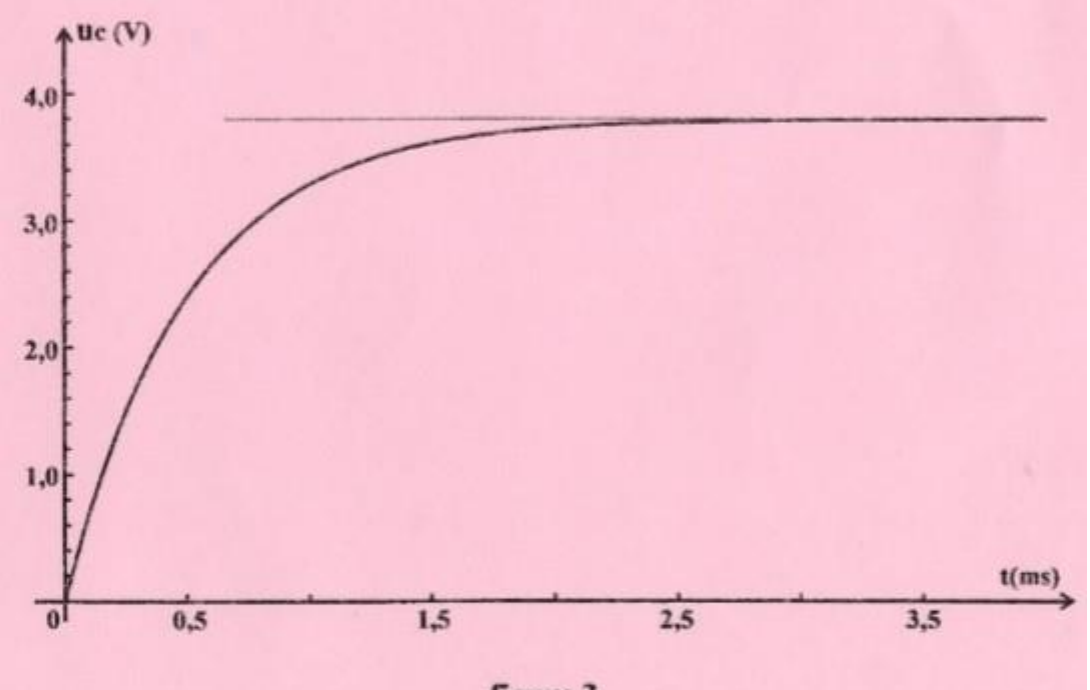


figure 3

Exercice n°9

I- On réalise un circuit électrique en série comportant deux résistors dont l'un est de résistance $R_1 = 100\ \Omega$ et l'autre est de résistance R_2 inconnue, un condensateur initialement déchargé de capacité C et un interrupteur K. L'ensemble est alimenté par un générateur idéal de tension, de fem E et de masse flottante M (**figure 2**).

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer :

- sur la voie Y_1, la tension $u_{DA} = u_{R_1}(t)$ aux bornes du résistor de résistance R_1 ;
- sur la voie Y_2, la tension $u_{AB} = u_c(t)$ aux bornes du condensateur au lieu de u_{BA} et ce, en appuyant sur le bouton INV.

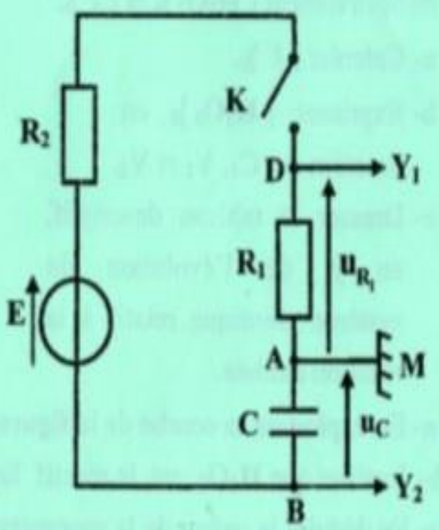


figure 2

A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K. Les courbes donnant l'évolution au cours du temps des tensions électriques u_{DA} et u_{AB} sont représentées sur **la figure 3**.

1- a- Justifier que la courbe (C_2) correspond à la tension $u_{R_1}(t)$.

b- Montrer qu'à t = 0, la tension u_{R_1} est donnée par l'expression :

$$u_{R_1} = E\frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

2- a- Montrer que l'équation différentielle en u_c s'écrit : $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$; où $\tau = (R_1 + R_2)C$ est la constante de temps.

b- En déduire que $E = U_C$; où U_C est la tension aux bornes du condensateur en régime permanent. Donner la valeur de E.

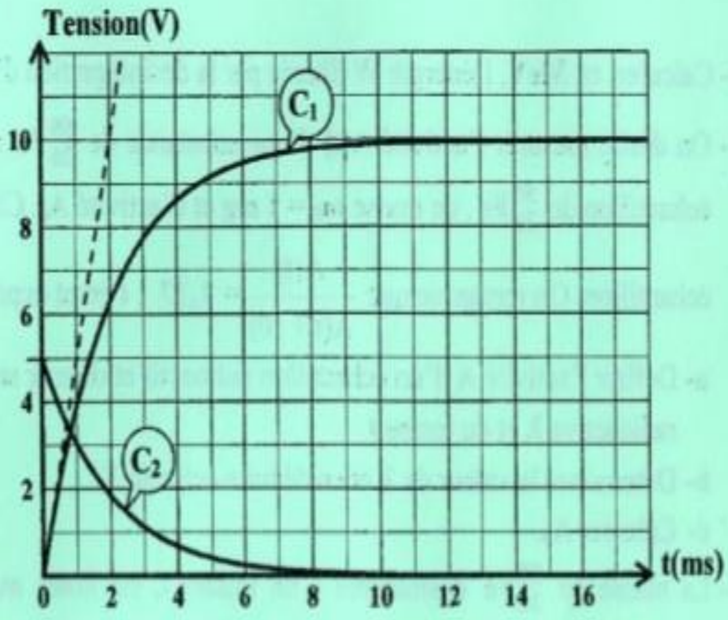


figure 3

3- a- Déterminer la valeur de R_2.

b- Déterminer graphiquement la valeur de τ. En déduire la valeur de C.

Exercice n°10

Lors d'une séance de travaux pratiques, on met à la disposition de deux groupes d'élèves, le matériel suivant: une pile (P) de fem E et de résistance interne r (qui peut être modélisée par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r), un conducteur ohmique de résistance R, un condensateur de capacité C = 50 µF initialement déchargé, une bobine d'inductance L = 0,08 H et de résistance négligeable, un interrupteur (K) et un oscilloscope à mémoire.

Le but de la séance est de déterminer expérimentalement les valeurs de E, r et R.

I- Pour ce faire, les élèves du premier groupe réalisent le circuit électrique de la **figure 1**.
Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur, ils relient la masse de l'oscilloscope et ses entrées Y_1 et Y_2, respectivement, aux points M, B et D du circuit. Ensuite, ils appuient sur le bouton inversion de l'entrée Y_2. À un instant pris comme origine des temps, ils ferment l'interrupteur (K). L'oscilloscope enregistre alors, les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$ de la **figure 2** de la **page 5/5**.

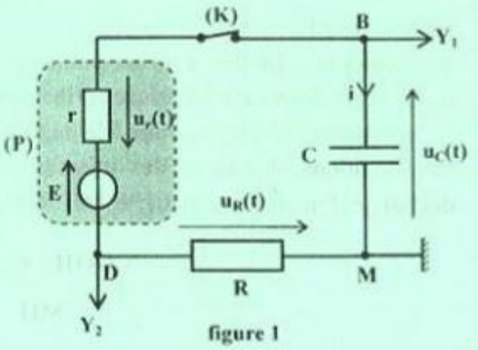


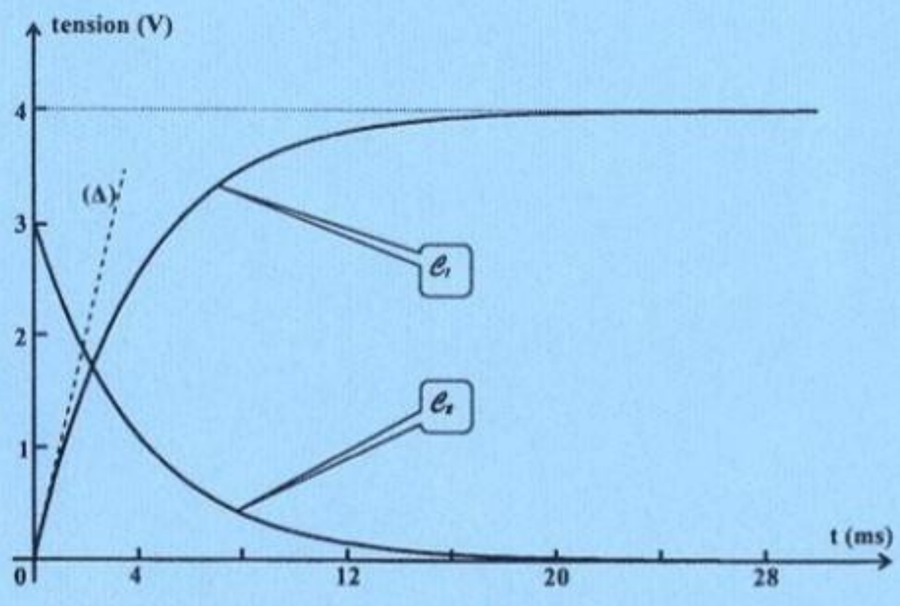
figure 1

1- a- Justifier l'inversion faite sur l'entrée Y_2 de l'oscilloscope.
   b- Identifier, parmi les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, celle qui correspond à l'évolution de la tension $u_C(t)$. Justifier.

2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit: $E = u_C(t) + \tau\frac{du_C(t)}{dt}$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de R, r et C.

3- En exploitant les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, de la **figure 2** de la **page 5/5**, déterminer:
- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur de la constante de temps τ ;
- la valeur U_0 de la tension $u_R(t)$ à l'instant t = 0.

4- a- Montrer que: $\frac{r}{R} = \frac{E}{U_0} - 1$.
   b- Déduire les valeurs de R et r.



(Δ) est tangente à la courbe ($\mathcal{C}_1$) au point d'abscisse t = 0.

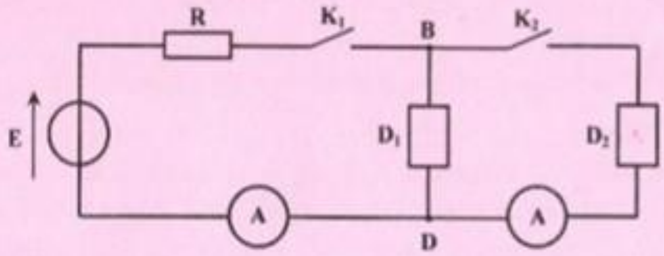
figure 2

Exercice n°11

On dispose au laboratoire de physique du matériel suivant: un générateur basse fréquence (GBF), un générateur idéal de tension de fem **E = 6 V**, un conducteur ohmique de résistance **R = 48 Ω**, deux interrupteurs K_1 et K_2, deux ampèremètres, un oscilloscope à mémoire numérique et des fils de connexion.
On dispose aussi de deux dipôles D_1 et D_2, l'un est un condensateur de capacité **C** et l'autre est une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**.

I- Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 et déterminer leurs grandeurs caractéristiques, on réalise avec le montage de la **figure 2**, les trois expériences suivantes:

figure 2



Expérience 1: circuit en régime permanent

K_1 et K_2 sont fermés. Lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit, chaque ampèremètre indique la valeur **I = 0,1 A**.

1- En exploitant les résultats de cette expérience, justifier que le dipôle D_1 est le condensateur.

2- Montrer que la résistance de la bobine s'exprime par: $r = \frac{E}{I} - R$. Calculer sa valeur.

Expérience 2: charge du condensateur à travers le conducteur ohmique

K_1 et K_2 sont ouverts et le condensateur est initialement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme K_1 et à l'aide de l'oscilloscope à mémoire numérique, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension $u_{BD}(t)$ aux bornes du dipôle D_1. Une portion de la courbe enregistrée est représentée sur la **figure 3 de la page 5/5**.

La tension aux bornes du dipôle D_1 est, à tout instant, donnée par : $u_{BD}(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$; où τ est une constante positive non nulle.

1- Nommer τ et donner son expression.

2- En exploitant la courbe de la **figure 3 de la page 5/5**:

a- dire en le justifiant, si à l'instant **t = 0,25 ms**, le condensateur est complètement chargé ou non ;

b- déterminer la valeur de τ. En déduire celle de **C**.

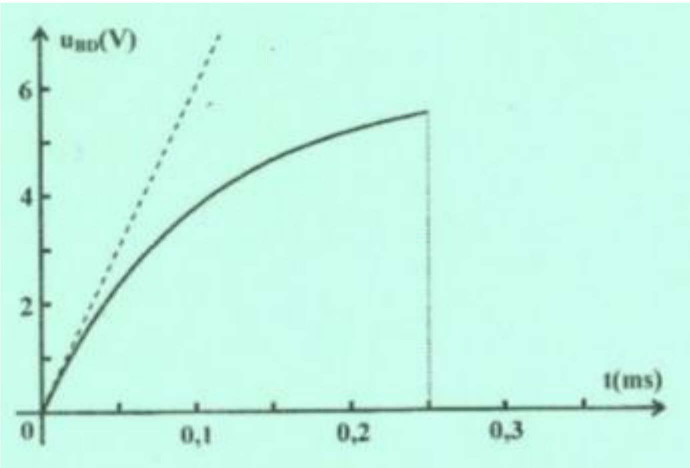


figure 3