

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	<b>Session principale</b>	
	Epreuve : <b>Sciences physiques</b>	Section : <b>Sciences expérimentales</b>
	Durée : <b>3h</b>	Coefficient de l'épreuve: <b>4</b>

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

## Chimie (9 points)

### Exercice 1 (4,5 points)

A une température  $\theta$  donnée, on mélange dans un bécher, à l'instant  $t = 0$ , un volume  $V_1 = 150 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire  $C_1$  avec un volume  $V_2 = 50 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_2$ ) de peroxydisulfate de potassium ( $K_2S_2O_8$ ) de concentration molaire  $C_2$ . La réaction d'oxydation des ions  $I^-$  par les ions  $S_2O_8^{2-}$ , qui se produit dans ce mélange homogénéisé, est lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :



Par une méthode expérimentale appropriée, on suit :

- l'évolution au cours du temps de l'avancement  $x$  de la réaction qui se produit dans le mélange. On obtient la courbe  $x = f(t)$  de la figure 1 ;
- l'évolution au cours du temps de la quantité de matière  $n(I^-)$  d'ions  $I^-$  dans le mélange. On obtient la courbe  $n(I^-) = g(t)$  de la figure 2.

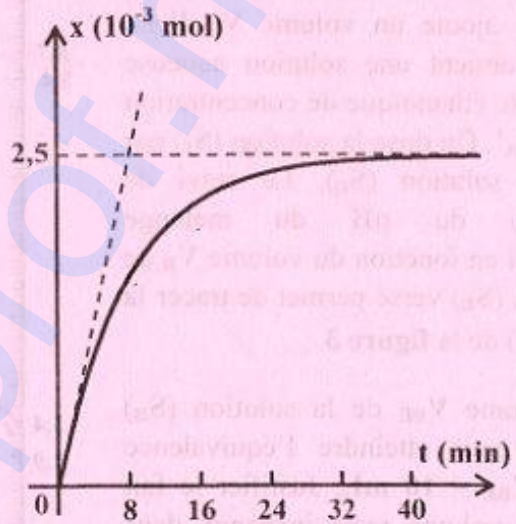


Figure 1

- 1) Dresser le tableau descriptif en avancement  $x$  relatif à la réaction étudiée. On notera  $n_{01}$  et  $n_{02}$  les nombres de moles, respectivement, des ions  $I^-$  et des ions  $S_2O_8^{2-}$  dans le mélange à  $t = 0$ .
- 2) a- En exploitant les deux courbes :
  - déterminer la valeur de l'avancement final  $x_f$  de la réaction ;
  - justifier que  $I^-$  n'est pas le réactif limitant.
 b- Déduire les valeurs de  $n_{01}$  et  $n_{02}$ .
- 3) Déduire les valeurs des concentrations  $C_1$  et  $C_2$ .
- 4) Déterminer la valeur  $v_0$  de la vitesse instantanée de la réaction à  $t = 0$ .
- 5) On reprend l'expérience précédente en modifiant uniquement la concentration de la solution ( $S_2$ ) qui devient  $C'_2$ , de façon que le mélange à  $t = 0$  soit réalisé dans les proportions stœchiométriques.
  - a- Déterminer la valeur de  $C'_2$ .
  - b- Préciser, en le justifiant, si la nouvelle valeur  $v'_0$  de la vitesse instantanée de la réaction à  $t = 0$ , est supérieure, inférieure ou égale à  $v_0$ .

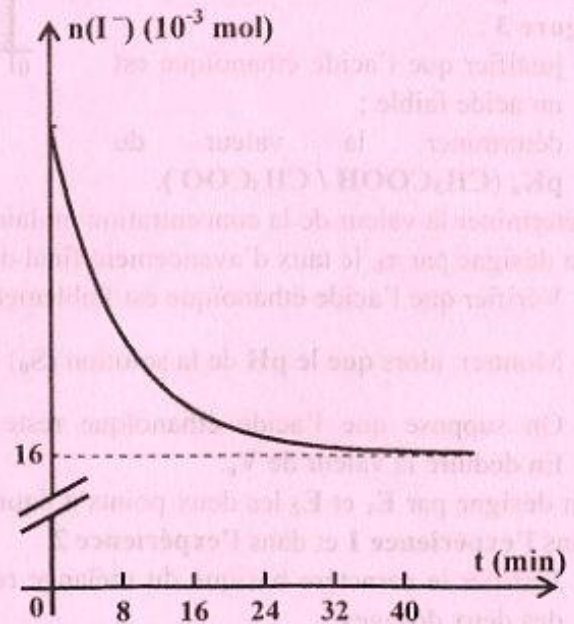


Figure 2

**Exercice 2 (4,5 points)**

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ . On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse ( $S_0$ ) d'acide éthanóïque ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) de concentration molaire  $C_A$  ;
- d'une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) de concentration molaire  $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

On réalise les deux expériences suivantes :

**expérience 1** : on dose un volume  $V_A = 10 \text{ mL}$  de la solution ( $S_0$ ) par la solution ( $S_B$ ). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V_B$  de la solution ( $S_B$ ) versé permet de tracer la courbe ( $\mathcal{C}_1$ ) de la figure 3.

**expérience 2** : à partir de la solution ( $S_0$ ), on prélève un volume  $V_0 = 10 \text{ mL}$  auquel on ajoute un volume  $V_e$  d'eau pure, on obtient une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'acide éthanóïque de concentration molaire  $C_A'$ . On dose la solution ( $S_1$ ) par la même solution ( $S_B$ ). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V_B$  de la solution ( $S_B$ ) versé permet de tracer la courbe ( $\mathcal{C}_2$ ) de la figure 3.

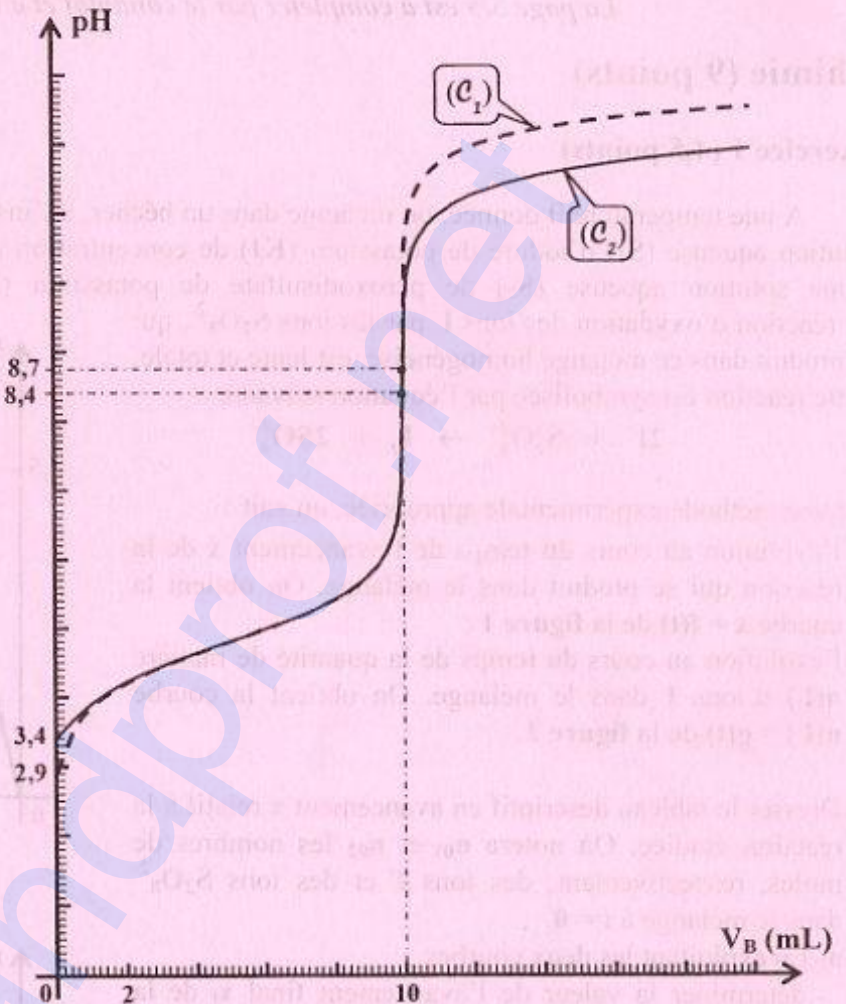


Figure 3

- 1) Le volume  $V_{BE}$  de la solution ( $S_B$ ) ajouté pour atteindre l'équivalence étant  $V_{BE} = 10 \text{ mL}$ . Justifier le fait que ce volume reste inchangé dans l'expérience 2.
- 2) En exploitant les courbes de la figure 3 :
  - a- justifier que l'acide éthanóïque est un acide faible ;
  - b- déterminer la valeur du  $\text{pK}_a$  ( $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ ).
- 3) Déterminer la valeur de la concentration molaire  $C_A$ .
- 4) On désigne par  $\tau_f$ , le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanóïque avec l'eau.
  - a- Vérifier que l'acide éthanóïque est faiblement ionisé dans la solution ( $S_0$ ) ( $\tau_f \leq 0,05$ ).
  - b- Montrer alors que le pH de la solution ( $S_0$ ) s'écrit :  $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_A)$ .
  - c- On suppose que l'acide éthanóïque reste faiblement ionisé dans la solution ( $S_1$ ). Déterminer  $C_A'$ . En déduire la valeur de  $V_e$ .
- 5) On désigne par  $E_1$  et  $E_2$  les deux points d'équivalence correspondants respectivement aux dosages effectués dans l'expérience 1 et dans l'expérience 2.
  - a- Justifier le caractère basique du mélange réactionnel obtenu à l'équivalence acido-basique pour chacun des deux dosages.
  - b- Sans faire de calculs et sans avoir recours à la méthode des tangentes parallèles, justifier que la valeur 8,4 du pH correspond à  $\text{pH}_{E_2}$ .

## Physique (11 points)

### Exercice 1 (4,5 points)

On réalise un circuit électrique qui comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale,  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable ;
- un résistor de résistance  $R$  ;
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable ;
- un condensateur de capacité  $C = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ .

On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension  $u(t)$  sur sa voie  $Y_1$  et la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur sur sa voie  $Y_2$ .

Pour une valeur  $N_1$  de la fréquence  $N$  du (GBF), on observe, sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillogrammes (I) et (II) de la figure 4 avec les réglages suivants :

- sensibilité horizontale :  $1 \text{ ms / div}$  ;
- sensibilité verticale sur la voie  $Y_1$  :  $2,75 \text{ V / div}$  ;
- sensibilité verticale sur la voie  $Y_2$  :  $2,50 \text{ V / div}$ .

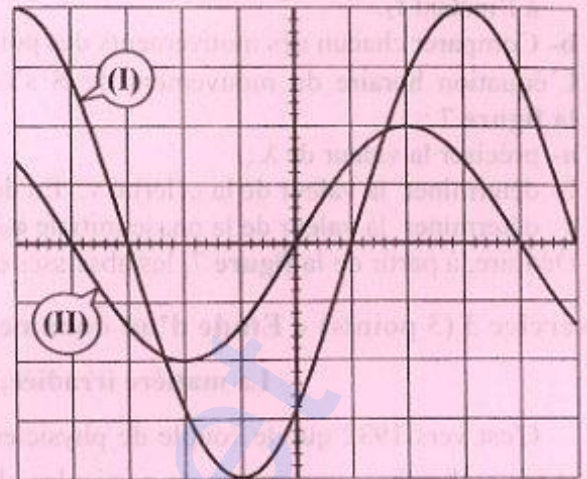


Figure 4

- 1) a- Faire un schéma du circuit électrique étudié, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions  $u(t)$  et  $u_c(t)$ .  
b- Justifier que l'oscillogramme (I) correspond à  $u_c(t)$ .
- 2) Déterminer graphiquement :  
a- les amplitudes  $U_m$  et  $U_{cm}$  respectivement des tensions  $u(t)$  et  $u_c(t)$  ;  
b- la fréquence  $N_1$  ;  
c- le déphasage  $\Delta\varphi$  de  $u(t)$  par rapport à  $u_c(t)$  :  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{uc}$ .
- 3) L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est  $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$ , avec  $I_m$  son amplitude et  $\varphi_i$  sa phase initiale. L'équation différentielle régissant l'évolution de  $i(t)$  au cours du temps, s'écrit :  $Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = u(t)$ .  
a- Exprimer  $I_m$  en fonction de  $N_1$ ,  $C$  et  $U_{cm}$ . Calculer sa valeur.  
b- Déterminer  $\varphi_i$ . Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.  
c- La figure 5 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle précédente et à la fréquence  $N_1$ .  
c1- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 5 de la page 5/5.  
c2- En déduire les valeurs de  $R$  et  $L$ .

### Exercice 2 (3,5 points)

On dispose d'une corde élastique, homogène, tendue horizontalement et de longueur  $L = 70 \text{ cm}$ . L'extrémité S de cette corde est attachée à un vibreur qui lui impose des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude  $a = 5 \text{ mm}$  et de fréquence  $N$ . L'autre extrémité A est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton comme l'indique la figure 6. Une onde progressive transversale, de longueur d'onde  $\lambda$ , prend naissance en S à l'instant  $t = 0$  et se propage le long de la corde avec une célérité  $v$  constante.

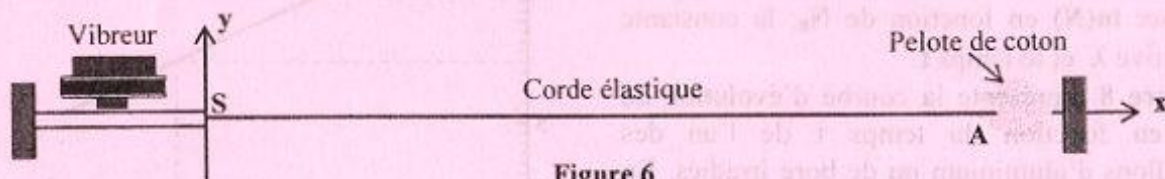


Figure 6

- 1) Reproduire et compléter le tableau ci-dessous en attribuant à chacun des éléments du dispositif le rôle qui lui convient parmi les suivants : milieu de propagation, source d'énergie, absorbant énergétique.

Élément du dispositif	vibreur	Corde tendue	Pelote de coton
Rôle			

- 2) Les courbes  $(f_1)$  et  $(f_2)$  de la figure 7 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), représentent les deux aspects de la corde respectivement aux instants  $t_1$  et  $t_2$  tel que  $t_2 - t_1 = 5.10^{-3}$  s. La position de chacun des trois points S,  $M_1$  et  $M_2$  de la corde, à l'instant  $t_1$ , est indiquée sur la courbe  $(f_1)$ .
  - a- Indiquer, sur la courbe  $(f_2)$  de la figure 7 de la page 5/5, les nouvelles positions des points S,  $M_1$  et  $M_2$  à l'instant  $t_2$ .
  - b- Comparer chacun des mouvements des points  $M_1$  et  $M_2$  à celui de S.
- 3) L'équation horaire du mouvement de S s'écrit :  $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$ . En exploitant les courbes de la figure 7 :
  - a- préciser la valeur de  $\lambda$  ;
  - b- déterminer la valeur de la célérité  $v$ . En déduire la valeur de la fréquence  $N$  ;
  - c- déterminer la valeur de la phase initiale  $\varphi_S$ .
- 4) Déduire, à partir de la figure 7, les abscisses des points qui vibrent en phase avec S à l'instant  $t_2$ .

### Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

#### La matière irradiée, source de radioactivité artificielle

C'est vers 1932 que le couple de physiciens français Frédéric Joliot et Irène Curie commence à utiliser, pour ses recherches, une source de particules alpha ( ${}^4_2\text{He}$ ) émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Grâce à elle, ils peuvent provoquer des réactions nucléaires dans les atomes des éléments. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent des éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que des éléments légers, en particulier l'aluminium et le bore, éjectent parfois un neutron. Mais ils observent également un autre phénomène, parfaitement inattendu : « la matière irradiée, notent-ils, conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules alpha, radioactivité se manifestant par l'émission de positons ». Ainsi, une feuille d'aluminium irradiée émet un rayonnement avec une demi-vie de 3 minutes 15 secondes. Un résultat analogue est obtenu avec du bore irradié, mais la demi-vie est différente : 14 minutes. La seule explication possible, c'est que l'aluminium (Al) et le bore, éléments naturellement stables, sont devenus radioactifs.

Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle, par la création d'un élément instable et sa désintégration spontanée. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium, contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule alpha et aurait immédiatement réémis un neutron. L'aluminium se serait alors transmuté en un isotope instable du phosphore (P). Puis le phosphore (P) radioactif se serait à son tour désintégré en silicium (Si) stable, en émettant un positon.

*Extrait tiré de : « Les grandes expériences scientifiques » de Michel Rival (Éditions du Seuil)*

- 1) Dégager du texte le moyen découvert par les Joliot-Curie pour provoquer une radioactivité artificielle.
- 2) En se référant au texte, et en appliquant les lois de conservation adéquates, écrire les équations des deux réactions nucléaires conduisant à la formation du silicium (Si).
- 3) Les échantillons d'aluminium et de bore irradiés suivent la loi de décroissance radioactive car ils contiennent des noyaux radioactifs. Soit  $N$  le nombre de noyaux, à l'instant  $t$ , d'un échantillon radioactif et  $N_0$  son nombre de noyaux à l'instant  $t = 0$ .
  - a- Exprimer  $\ln(N)$  en fonction de  $N_0$ , la constante radioactive  $\lambda$  et le temps  $t$ .
  - b- La figure 8 représente la courbe d'évolution de  $\ln(N)$  en fonction du temps  $t$  de l'un des échantillons d'aluminium ou de bore irradiés. En exploitant cette courbe, identifier l'échantillon étudié.

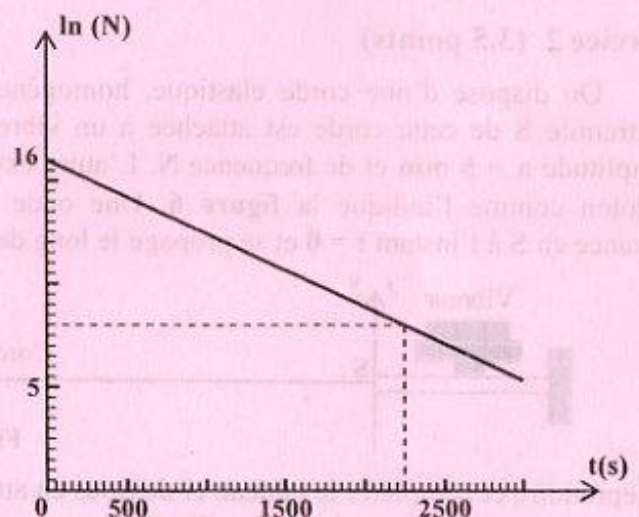


Figure 8

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
 Nom et Prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
 .....  
 .....



Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales - Session principale- 2018  
 La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Figure 5

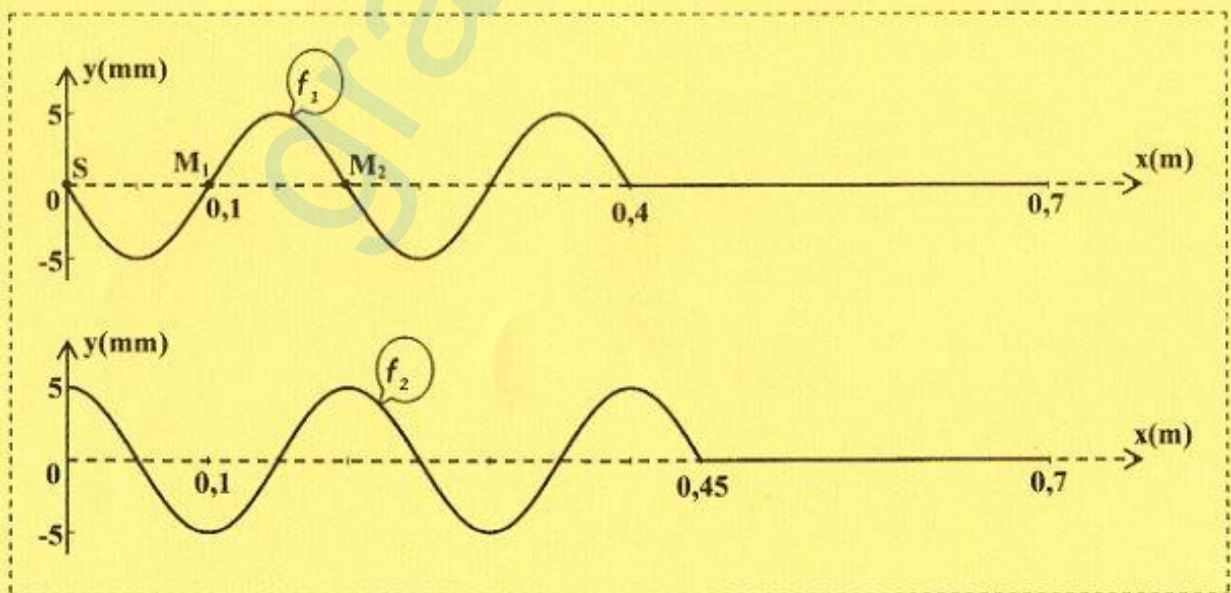
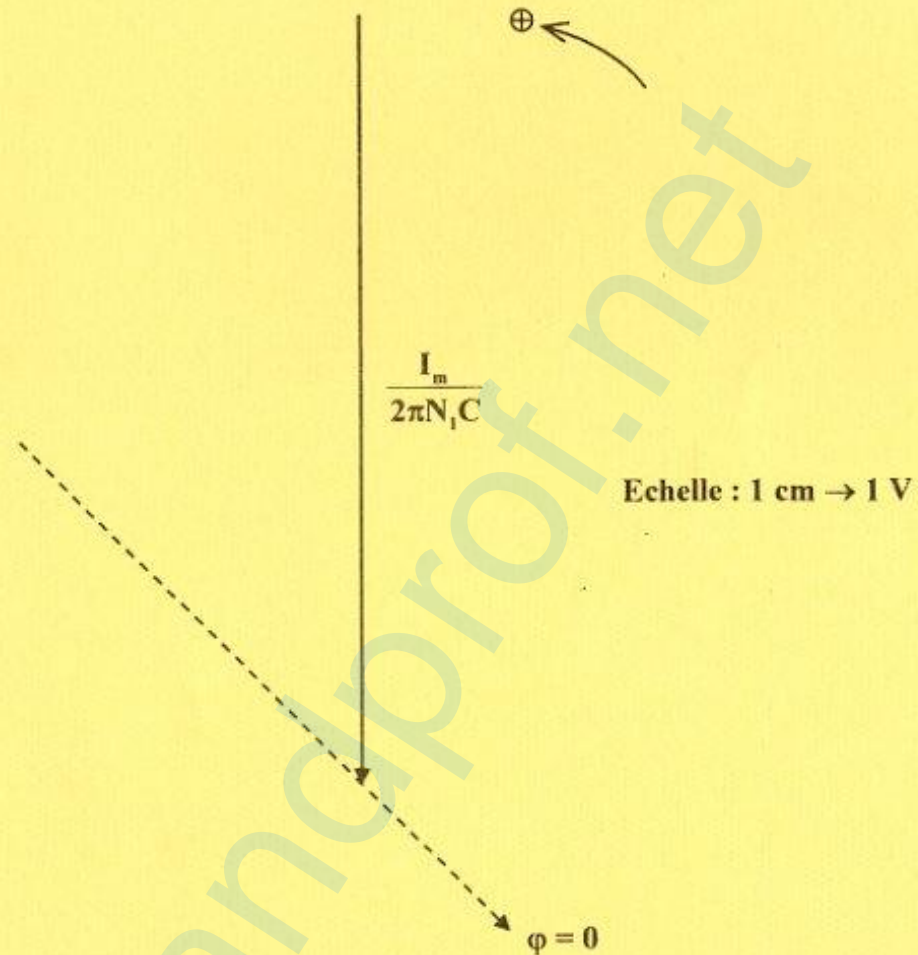


Figure 7