

EXERCICE 1

1.

a. Le flux instantané de  $\vec{B}$  à travers la bobine est donné par l'expression :

$$\phi = N \vec{B} \cdot \vec{S} = NBS \cos\alpha ; \alpha \text{ est l'angle entre } \vec{n} \text{ et } \vec{B}.$$

La bobine tournant à la vitesse angulaire  $\omega$  constante,

$$\alpha = \omega t + \varphi = 2\pi f t + \varphi \text{ ce qui entraîne } \phi(t) = NBS \cos(2\pi f t + \varphi) ;$$

$$\text{à } t = 0, \phi = \phi_{\max} = NBS \cos\varphi = NBS \Rightarrow \cos\varphi = 1 \text{ soit } \varphi = 0.$$

D'où :

$$\phi(t) = NBS \cos(2\pi f t)$$

b. Le flux minimal est égal à :

$$-NBS, \text{ donc } \cos(2\pi f t) = -1 \text{ soit } 2\pi f t = \pi ; 2\pi f t = \frac{2\pi}{T} = \pi$$

$$\Rightarrow t = \frac{T}{2}$$

Le flux est donc minimum pour :

$$t = \frac{T}{2}$$

$$\text{Le flux est nul pour } \cos(2\pi f t) = 0, \text{ soit } 2\pi f t = \frac{\pi}{2} \text{ ou } 2\pi f t = \frac{3\pi}{2}.$$

Le flux est nul pour :

$$t = \frac{T}{4} \quad \text{ou} \quad t = \frac{3T}{4}$$

$$\text{Le flux est égal à } \frac{\phi_M}{2} = \frac{NBS}{2} ; \text{ quand } \cos(2\pi f t) = \frac{1}{2}, \text{ soit } 2\pi f t = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{ou } 2\pi f t = \frac{5\pi}{3} \quad \text{d'où } t = \frac{T}{6} \text{ ou } t = \frac{5T}{6}.$$

Le flux est égal à  $\phi_M/2$  pour :

$$t = \frac{T}{6} \text{ ou } t = \frac{5T}{6}$$

c. L'expression de la f.e.m induite est :

$$e = -\frac{d\phi}{dt} \Rightarrow e_{AC} = -\frac{d}{dt} [NBS\cos(\omega t)]$$

$$e_{AC} = NBS\omega \sin(\omega t)$$

$$e_{AC} = 2\pi NBSf \sin(2\pi ft)$$

d. Le voltmètre ayant une grande impédance, l'intensité  $i$  est pratiquement nulle et  $e_{AC} = u_{AC} = U_m \cdot \sin(2\pi ft)$  avec  $U_m = 2\pi NBSf$ .

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi NBSf}{\sqrt{2}} \Rightarrow B = \frac{U\sqrt{2}}{2\pi NSf}$$

$$B = \frac{U\sqrt{2}}{2\pi NSf}$$

Application numérique :

$$f = 1\,600 \text{ tr/min} = 1\,600/60 \text{ tr/s}$$

$$B = \frac{0,37\sqrt{2} \times 60}{2\pi \times 20 \times 12,5 \cdot 10^{-4} \times 1600} = 0,125$$

$$B = 0,13 \text{ T}$$

a. La période  $T$ .

$T$  est représentée par 7,5 carreaux.

$$\text{Donc } T = 5 \times 7,5 = 37,5 \text{ ms} = 37,5 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi/37,5 \cdot 10^{-3} = 168 \text{ rad/s}$$

$U_m$  est représentée par 2,8 carreaux, donc

$$U_m = 0,2 \times 2,8 = 0,56$$

$$U_m = 0,56 \text{ V}$$

- b. Norme de  $\vec{B}$   
 De 1.d, on déduit B  

$$B = \frac{U_m}{2\pi NBSf} = \frac{U_m}{BS\omega} \text{ avec } \omega = 2\pi f$$

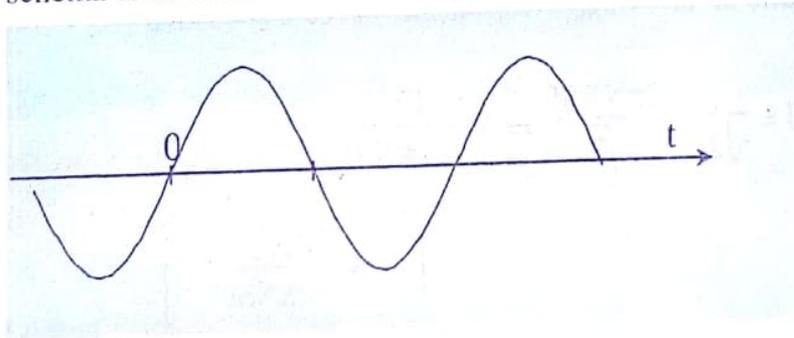
$$B = \frac{U_m}{NS\omega}$$

Application numérique :

$$B = \frac{0,56}{20 \times 12,5 \cdot 10^{-4} \times 167,6} = 0,134$$

$$B = 0,13 \text{ T}$$

- c.  $u_{AC} = U_M \sin(\omega t)$ ; à  $t = 0$ ,  $u_{AC} = 0$  et  $u_{AC}$  croît.  
 L'axe horizontal des temps sera donc représenté comme l'indique le schéma ci-dessous :



3.

- a. Norme de  $\vec{B}$   
 La quantité d'électricité induite est égale au produit de la déviation du spot par la sensibilité du galvanomètre balistique :  $Q = ds$   
 Si  $q$  est la charge transporté par le courant induit d'intensité  $i$  dans un circuit de résistance  $R$  sans autre f.é.m ,

$$|i| = \left| \frac{dq}{dt} \right| = \left| \frac{e_{AC}}{R} \right| = \frac{1}{R} \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| ; \text{ pour une variation finie}$$

du flux  $|\Delta\Phi|$ , la valeur absolue de la charge transportée par le courant induit est

$$Q = \frac{1}{R} |\Delta\Phi| = \frac{1}{R} |\Phi_{\min} - \Phi_{\max}|$$

$$Q = \frac{1}{R} |-NBS - NBS| = \frac{2NBS}{R} = ds$$

On tire l'expression de B :

$$B = \frac{Rds}{2NS}$$

Application numérique :

$$B = \frac{Rds}{2NS} = \frac{10^4 \times 2 \cdot 10^{-8} \times 32,5}{2 \times 20 \times 12,5 \cdot 10^{-4}} = 0,130$$

$$B = 0,13 \text{ T}$$

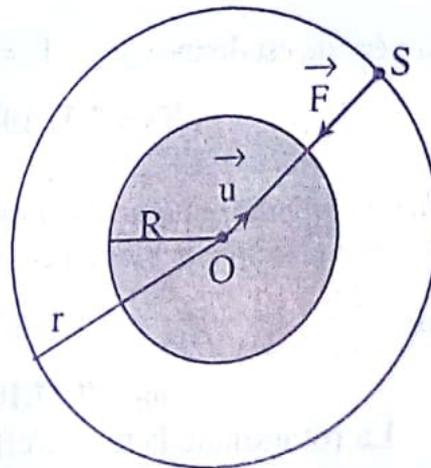
- b. *Comparons les trois valeurs de B*  
 Nous remarquons que les trois valeurs du champ sont égales.

## EXERCICE 2 .....

1. *Expression de la vitesse angulaire  $\omega$  en fonction de r.*

D'après la loi de l'attraction universelle, un satellite de masse  $m$  gravitant autour de la Terre est soumis à une force dont l'intensité  $F$  est :

$F = \frac{G mM}{r^2}$  ;  $M$  étant la masse de la Terre et  $r$  le rayon de la trajectoire. Cette force est égale au poids du satellite :



$\frac{G mM}{r^2} = mg$  ;  $g$  étant l'intensité de l'accélération de la pesanteur à l'altitude

du satellite. On a donc  $g = \frac{GM}{r^2}$ .

A la surface de la Terre,  $g_0 = \frac{GM}{R^2}$ ,  $R$  étant le rayon de la Terre.

On obtient :  $GM = g_0 R^2$ . L'expression de  $F$  devient :  $F = \frac{g_0 m R^2}{r^2}$

Le théorème du centre d'inertie appliqué au satellite donne  $F = ma$ . Le mouvement du satellite étant circulaire uniforme, l'accélération  $a$  est centripète et  $a = \frac{v^2}{r}$ ,  $v$  étant l'intensité de la vitesse du satellite.

On peut donc écrire :

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{mg_0R^2}{r^2} \quad \frac{v^2}{r} = \frac{g_0R^2}{r^2}$$

La vitesse angulaire  $\omega_s$  est reliée à  $v$  par l'expression  $v = \omega_s \cdot r$ , d'où :

$$\frac{\omega_0^2 r^2}{r} = g_0 \frac{R^2}{r^2} \Rightarrow \omega_0^2 = g_0 \frac{R^2}{r^3}$$

$$\omega_s = R \sqrt{\frac{g_0}{r^3}}$$

## 2. Application numérique.

$$\omega_s = 6,4 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{9,81}{(3,85 \cdot 10^8)^3}} = 2,65 \cdot 10^{-6}$$

$$\omega_s = 2,65 \cdot 10^{-6} \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\text{La période est donnée par : } T_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = \frac{2\pi}{2,65 \cdot 10^{-6}} = 2,37 \cdot 10^6$$

$$T_s = 2,37 \cdot 10^6 \text{ s}$$

## 3. Vitesse angulaire $\omega_T$ de rotation de la terre sur elle même

La terre effectue un tour en 24 heures.

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T_T} = \frac{2\pi}{24 \times 3600} = 7,27 \cdot 10^{-5}$$

$$\omega_T = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ rad.s}^{-1}$$

La rotation de la terre s'effectue d'Ouest en Est (mouvement réel). Comme  $\omega_s < \omega_T$ , la Terre tourne plus vite que le satellite. On voit donc le satellite se déplacer de l'Est vers l'Ouest (mouvement apparent).

## 4. Calcul de l'accélération "a" subie par le satellite.

$$F = ma = \frac{mg_0R^2}{r^2}, \text{ d'où } a = \frac{g_0R^2}{r^2}$$

$$a = 9,81 \left( \frac{6,4 \cdot 10^6}{3,85 \cdot 10^8} \right)^2 = 2,71 \cdot 10^{-3} \quad a = 2,71 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{Comme } F = ma, \text{ on a } m = \frac{F}{a}$$

$$\text{A.N. } m = \frac{2 \cdot 10^{20}}{2,71 \cdot 10^{-3}} = 7,38 \cdot 10^{22}$$

$$m = 7,38 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

On a vu que la période du satellite est  $T_s = 2,37 \cdot 10^6 \text{ s} = 27,4 \text{ jours}$ .  
 Le rayon de la trajectoire de ce satellite est  $r = 3,85 \cdot 10^8 \text{ m} = 385\,000 \text{ km}$ .  
 Ces caractéristiques correspondent au satellite naturel de la Terre : **la Lune**.

Remarque : la masse  $7,38 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  est considérable ; elle ne peut donc pas correspondre à celle d'un satellite artificiel.

### EXERCICE 3

1. a. Si le dipôle D est constitué d'un condensateur en série avec un résistor, on doit avoir  $I_1 = 0$  car un courant continu ne traverse pas un condensateur. Si le dipôle D est constitué par un résistor, on aura

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$$

Or,  $U_1 = 6\text{V}$  et  $I_1 = 45\text{mA}$  (courant continu) et  $U_2 = 6\text{V}$  et  $I_2 = 30\text{mA}$  (valeurs efficaces d'un courant alternatif). Ces valeurs ne correspondent pas aux précédents cas.

**Le dipôle D est donc constitué par une bobine en série avec un résistor.**

- b. Déterminons les valeurs caractéristiques de D :

- résistance totale (R),

$$R = U_1 / I_1 = 6 / 45 \cdot 10^{-3} = 133 \Omega$$

- impédance (Z),

$$Z = U_2 / I_2 = 6 / 30 \cdot 10^{-3} = 200 \Omega$$

- inductance de la bobine (L).

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} \Rightarrow L^2 = \frac{Z^2 - R^2}{\omega^2} \text{ ce qui nous donne :}$$

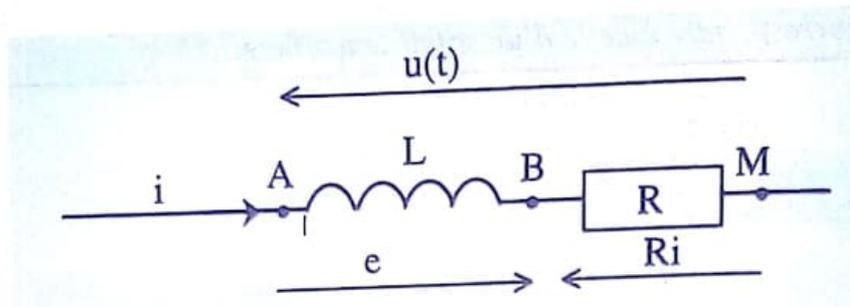
$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} \text{ et comme } \omega = 2\pi f$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f} = \frac{(200^2 - 133,33^2)^{1/2}}{2\pi \times 50} = 0,47$$

On a donc :  **$R = 133 \Omega$  ;  $Z = 200 \Omega$  et  $L = 0,47\text{H}$ .**

c. Relation entre  $u(t)$  et  $i(t)$

Le dipôle D est assimilable à une bobine de résistance nulle et d'inductance  $L = 0,47\text{H}$  en série avec un résistor de résistance  $R = 133\ \Omega$ .

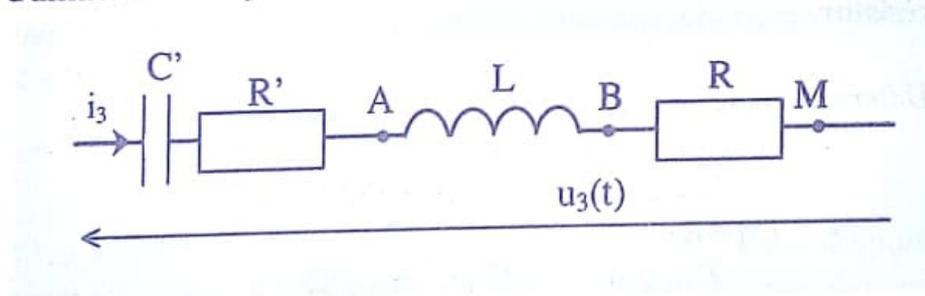


$$u(t) = u_{AB} + u_{BM} \text{ avec } u_{AB} = -e = -(-Ldi/dt) \text{ et } u_{BM} = Ri.$$

On a donc :

$$u(t) = Ri + L \frac{di}{dt}$$

On désire obtenir dans ce circuit un courant d'intensité  $I_3$ , de même intensité  $I_2$  que dans la deuxième expérience en utilisant une tension d'alimentation  $U_3$  minimale.



a. Soit  $Z'$ , l'impédance de ce circuit.  $Z' = U_3/I_3 = U_3/I_2$  car  $I_3 = I_2$ .  $U_3$  étant minimale,  $Z'$  est aussi minimale.

$$Z' = \sqrt{(R + R')^2 + (L\omega - \frac{1}{C'\omega})^2}$$

$$Z' \text{ est minimale pour } L\omega - \frac{1}{C'\omega} = 0 \Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{C'\omega}$$

On a donc :

$$C' = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

$$C' = \frac{1}{4\pi^2 \times 50^2 \times 0,47} = 2,13 \cdot 10^{-5}$$

$$C' = 21\ \mu\text{F}$$

- b.  $U_3 = Z'I_2$  ; comme  $Z' = (R + R')$   
on a :

$$U_3 = (R + R')I_2$$

$$\text{A.N : } U_3 = (133,33 + 50) \times 30 \cdot 10^{-3} = 5,50$$

$$U_3 = 5,50 \text{ V}$$

- c. *Diagramme de Fresnel*

$$U_D = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} \cdot I_2$$

$$U_D = \sqrt{133,3^2 + 0,47 \times 4\pi^2 \times 50^2} \times 30 \cdot 10^{-3} = 5,97$$

$$U_D = 6 \text{ V}$$

$$U_{R'} = R'I_2 = 50 \times 30 \cdot 10^{-3} = 1,5$$

$$U_{R'} = 1,5 \text{ A}$$

$$U_C = \frac{I_2}{C'\omega} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2,14 \cdot 10^{-5} \times 2\pi \times 50} = 4,46$$

$$U_C = 4,5 \text{ V}$$

Pour construire le diagramme de Fresnel, il nous faut connaître  $RI_2$  et  $L\omega I_2$ .

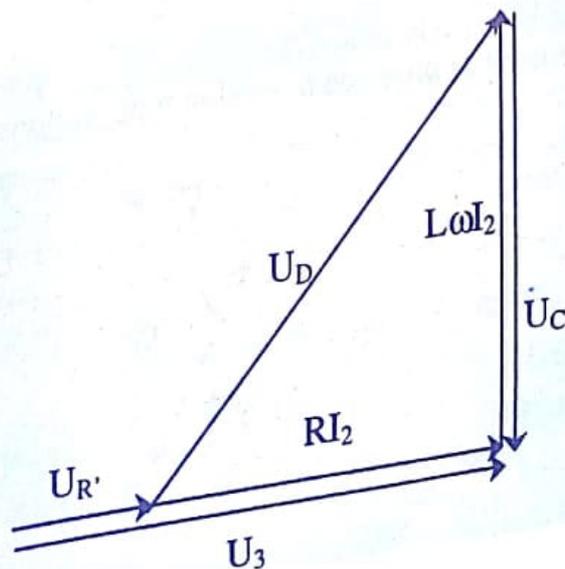
$$RI_2 = 133 \times 30 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ V.}$$

$$L\omega I_2 = 0,47 \times 2\pi \times 50 \times 30 \cdot 10^{-3} \approx 4,5 \text{ V.}$$

En prenant comme échelle 1 cm pour 1 V efficace les différentes tensions efficaces seront représentées par des vecteurs de longueurs respectives :

$$U_D \leftrightarrow 6 \text{ cm ; } U_{R'} \leftrightarrow 1,5 \text{ cm ; } U_C \leftrightarrow 4,5 \text{ cm ; } RI_2 \leftrightarrow 4 \text{ cm ;}$$

$$L\omega I_2 \leftrightarrow 4,5 \text{ cm.}$$



On remarque que  $U_C$  annule  $L\omega I_2$ ; ce qui est normal car  $Z$  est minimal

$$L\omega = \frac{1}{C'\omega}$$

d. Représentation de  $I$  sur le diagramme de Fresnel

$$I = \frac{U}{Z'} \text{ avec } Z' = \sqrt{(R + R')^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C'\omega}\right)^2}$$

Si la fréquence  $f$  tend vers 0,  $\omega$  tend vers 0. Donc  $L\omega$  tend vers 0,  $1/C'\omega$  tend vers l'infini et  $Z'$  tend vers l'infini.

**$I_0$  tend donc vers 0.**

Si la fréquence  $f$  tend vers l'infini,  $\omega$  tend vers l'infini. Donc  $L\omega$  tend vers l'infini,  $1/C'\omega$  tend vers 0 et  $Z$  tend vers l'infini.

**$I_\infty$  tend donc vers 0.**

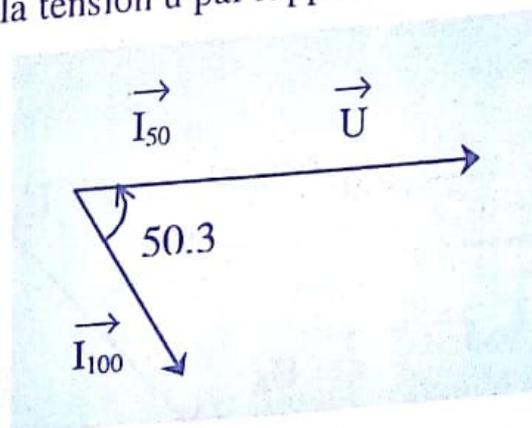
Si  $f = 50$  Hz,  $\tan\varphi = 0$  ( $L\omega = 1/C'\omega$ ) l'intensité  $i$  est en phase avec la tension  $u$  (cf question précédente).

$$\text{Si } f = 100 \text{ Hz, } \tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C'\omega}}{R + R'}$$

$$\tan\varphi = \frac{0,47 \times 2\pi \times 100 - \frac{1}{2,14 \cdot 10^{-5} \times 2\pi \times 100}}{133 + 50} = 1,21$$

Ce qui donne  $\varphi = 50,3^\circ$

$\varphi$  est la phase de la tension  $u$  par rapport à l'intensité  $i$ .



## EXERCICE 4

### Classement des solutions par ordre croissant de pH

La force d'un acide est d'autant plus grande que la constante d'acidité  $K_a$  du couple acide-base correspondant est plus élevée donc que le  $pK_a$  est plus faible. A concentration égale, plus un acide est fort, plus le pH de sa solution est faible.

$$pK_a(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-) < pK_a(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$$

L'acide éthanoïque est donc un acide plus fort que l'ion ammonium et à concentration égale, le pH d'une solution d'acide éthanoïque sera inférieur à celui d'une solution de chlorure d'ammonium donc,  $pH_A < pH_E$ .

Pour la même raison, l'éthanoate de sodium est une base plus faible que l'ammoniac. Donc à concentration égale, une solution d'éthanoate de sodium aura un pH inférieur à celui d'une solution d'ammoniac,  $pH_B < pH_D$ .

Une solution de chlorure d'ammonium étant une solution acide, son pH sera inférieur à celui d'une solution d'éthanoate de sodium qui est une solution basique,  $pH_E < pH_B$ .

A concentration égale, une solution d'hydroxyde de sodium a un pH supérieur à celui d'une solution d'ammoniac car l'hydroxyde de sodium est une base forte alors que l'ammoniac est une base faible donc  $pH_D < pH_C$ .

Finalement, on a :

$$pH_A < pH_E < pH_B < pH_D < pH_C$$

2. La solution B a un pH égal à 8. Les espèces en présence sont :  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ;  $\text{Na}^+$  ;  $\text{OH}^-$  ;  $\text{H}_3\text{O}^+$  ;  $\text{H}_2\text{O}$ .

Le coefficient de dissociation  $\alpha$  vaut :

$\alpha = [\text{CH}_3\text{COOH}]/C_B = 63/10^5$ .  $C_B$  est la concentration initiale de la solution B c'est à dire le nombre de moles d'éthanoate de sodium présent dans un litre de solution. Ce nombre de moles d'éthanoate de sodium est égal au nombre de moles d'ion éthanoate ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) plus le nombre de moles d'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) présents dans la solution. Il est aussi égal au nombre de moles d'ion sodium ( $\text{Na}^+$ ) présents dans la solution. D'où les relations suivantes :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] + [\text{OH}^-] \quad (\text{neutralité électrique}) \quad (1)$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = C_B \alpha \quad (2)$$

$$C_B = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] + [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] \quad (3)$$

on a  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$  ;  $[\text{Na}^+] = C_B$  ;  $[\text{OH}^-] = 10^{-14}/10^{-\text{pH}}$ .

En utilisant la relation (3) on obtient :

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = C_B - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = C_B - C_B \alpha$$

En utilisant la relation (1), on a :  
 $10^{-pH} + C_B = C_B - C_B \alpha + 10^{-14} / 10^{-pH}$ .  
 On obtient finalement :

$$C_B = \left( \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} - 10^{-pH} \right) \frac{1}{\alpha} = \left( \frac{10^{-14}}{10^{-8}} - 10^{-8} \right) \frac{10^5}{63}$$

$$C_B = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La masse d'éthanoate de sodium utilisé pour fabriquer un litre de cette solution est :

$$m = C_B M v$$

$$M = 82 \text{ g.mol}^{-1}; v = 1 \text{ l}; C_B = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

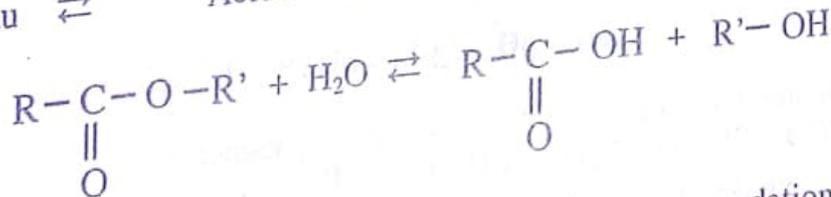
$$m = 1,57 \cdot 10^{-3} \times 82 \times 1$$

$$m = 0,13 \text{ g}$$

### EXERCICE 5

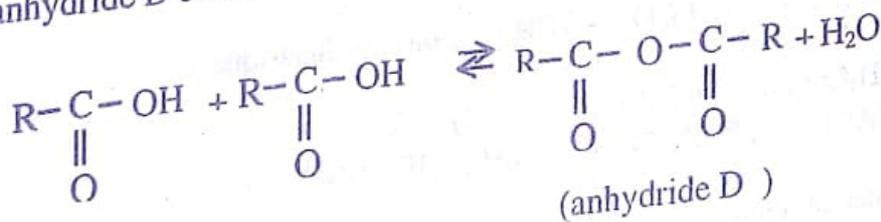
L'équation de la réaction d'hydrolyse de l'ester E s'écrit :

Ester + Eau  $\rightleftharpoons$  Acide + Alcool



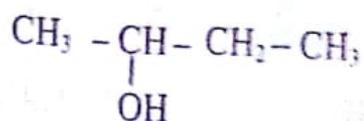
- Le composé A est un alcool secondaire, car son oxydation ménagée donne une cétone B qui est sans action sur le réactif de Schiff, mais donne un précipité jaune avec la DNPH.

- Le composé C est un acide carboxylique dont la déshydratation donne un anhydride D selon la réaction :

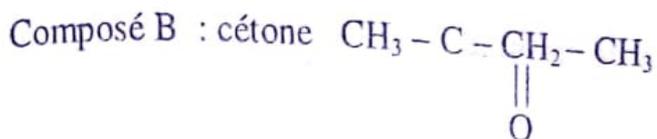


La formule brute de D étant  $C_4H_6O_3$ , on en déduit que le groupement R est un groupement méthyle  $-CH_3$ .  
En résumé :

Composé A : alcool secondaire

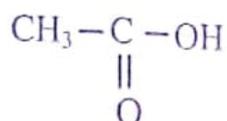


Butanol-2 ou Butan-2 ol



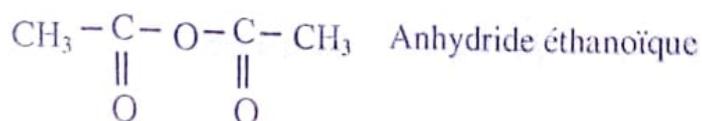
Butanone

Composé C : acide carboxylique



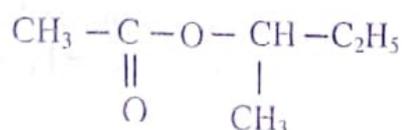
Acide éthanoïque

Composé D : Anhydride d'acide



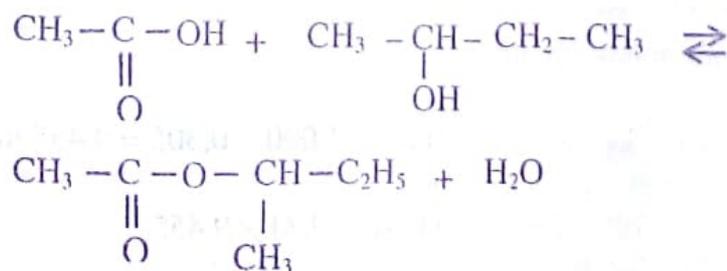
Anhydride éthanoïque

Composé E : Ester



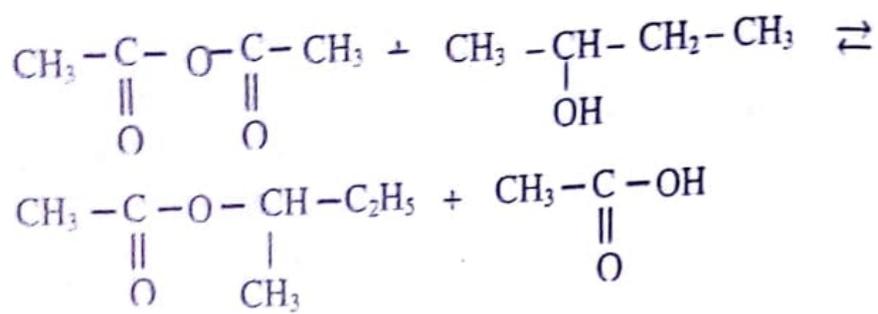
éthanoate de méthyl-1 propyle ou éthanoate de 1- méthyl propyle

2. Réaction de C sur A



Réaction d'estérification :  
Elle est lente, athermique et limitée.

3. Réaction de D sur A



Cette réaction est rapide et totale.

**EXAMEN 2**

Session normale 92

Série D

**EXERCICE 1** .....

1. Valeur de la vitesse de l'avion

a.  $v = 459 \text{ KT}$   
 1 noeud (KT) = 1,852 km/h donc :

$$v = 459 \times 1,852 = 850 \text{ km/h} = 236 \text{ ms}^{-1}$$

b. L'énergie mécanique totale est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur :  $E_T = E_C + E_P$

$$E_C = \frac{1}{2} mv^2$$

$E_P = mgh$  car l'énergie potentielle étant prise nulle au niveau de la mer,  $E_P = 0$  si  $h = 0$ .

On a donc :

$$E_T = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

Application numérique :

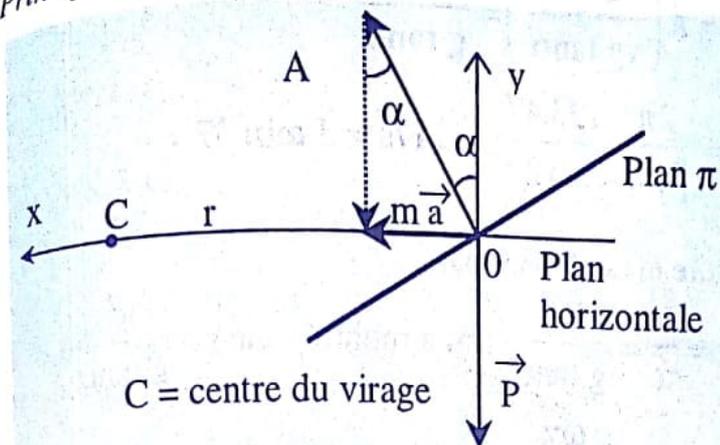
$$m = 134 \cdot 10^3 \text{ kg} ; h = 31\,000 \text{ ft} = 31\,000 \times 0,305 = 9\,455 \text{ m} ;$$

$$v = 236,1 \text{ m/s} ; g = 9,81 \text{ N/kg}$$

$$E_T = \frac{1}{2} \cdot 134 \cdot 10^3 \times 236^2 + 134 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 9\,455$$

$$E_T = 1,6 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

## 2. Principales forces appliquées à l'avion



Les principales forces appliquées à l'avion sont :

- son poids  $\vec{P}$
- la force de sustentation  $\vec{A}$ .

Dans le référentiel terrestre supposée galiléen, le théorème du centre d'inertie appliqué à l'avion s'écrit :  $\vec{P} + \vec{A} = m \vec{a}$ .

Le mouvement est circulaire uniforme, l'accélération vaut donc  $a = v^2/r$ ,  $r$  étant le rayon du virage.

$$\tan \alpha = \frac{ma}{mg} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{g \tan \alpha}$$

Diamètre  $D$  du virage :

$$D = 2r = \frac{2v^2}{g \tan \alpha}$$

Application numérique :

$$v = 240 \text{ KT} = 240 \times \frac{1,852}{3,6} = 123,47 \text{ m.s}^{-1}$$

$$D = \frac{2(123,47)^2}{9,81 \times \tan 20^\circ} = 8438$$

$$D = 8540 \text{ m} = 8,54 \text{ km}$$

La distance parcourue en un tour est égale à  $\pi D$  (trajectoire circulaire). Le temps mis pour parcourir cette distance est :  $T = \pi D/v$

$$T = \pi \left( \frac{2\pi v^2}{vg \tan \alpha} \right) = \frac{2\pi v}{g \tan \alpha}$$

$$T = \frac{2\pi \times 123,47}{9,81 \times \tan 20^\circ} = 217s = 3 \text{ min } 37 \text{ s}$$

3. La vitesse angulaire  $\omega$  est donnée par :

$$\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow r = \frac{v}{\omega} = \frac{v^2}{g \tan \alpha} \text{ (on a montré que } r = \frac{v^2}{g \tan \alpha} \text{)}$$

$$\text{On a donc : } \tan \alpha = \frac{\omega v}{g}$$

Un virage est dit "standard" s'il correspond à un tour en deux minutes soit  $T = 120$  secondes.

$$\text{On a vu que } T = \frac{2\pi v}{g \tan \alpha} \text{ donc } \tan \alpha = \frac{2\pi v}{gT} = \frac{2\pi \times 236}{9,81 \times 120} = 1,26$$

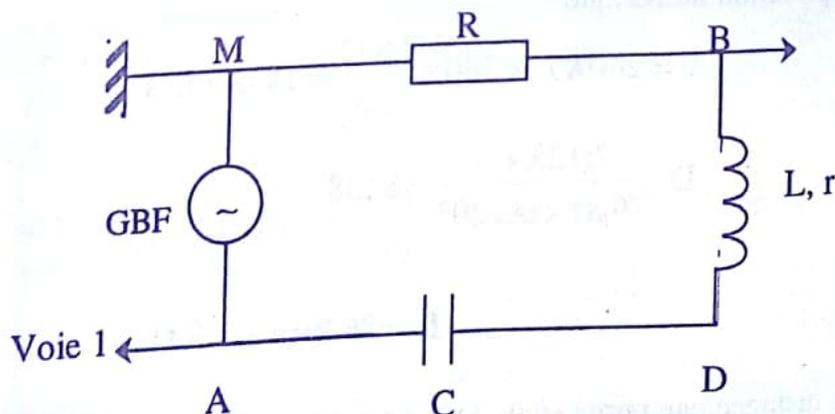
Ce qui donne  $\alpha = 51,5$  degrés

$$\text{On sait que } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ et que } r = \frac{v}{\omega}$$

$$\text{donc } r = \frac{vT}{2\pi} = \frac{236 \times 120}{2\pi} = 4507m = 4,5km$$

La compagnie n'autorise pas de tels virages car l'angle d'inclinaison est trop important et certains passagers pourraient être malades.

### EXERCICE 2



- a. La voie 1 visualise  $u_{AM}$ .  
 La voie 2 visualise  $u_{BM}$ , tension aux bornes du résistor R.  
 Comme la tension aux bornes d'un résistor est proportionnelle à l'intensité, la voie 2 permet de visualiser les variations de l'intensité du courant.

Sur l'oscillogramme a), on voit que  $u_{AM}$  et  $u_{BM}$  sont en phase donc la tension aux bornes du dipôle et l'intensité qui le traverse sont en phase.  
**Le circuit est à la résonance.**

- b. A la résonance, la pulsation est égale à la pulsation propre  $\omega_0$  du circuit.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_0}$$

$\Rightarrow$

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

Déterminons la valeur de  $T_0$ .

Sur l'oscillogramme, la période

vaut 6 carreaux et la base de temps ; 0,05 ms/carreau.

Donc  $T_0 = 6 \times 0,05 = 0,30 \text{ ms} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ .

$C = 0,83 \mu\text{F} = 0,83 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ .

$$L = \frac{(0,3 \cdot 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 0,83 \cdot 10^{-6}}$$

$$L = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

A la résonance, l'impédance du circuit Z vaut :

$$Z = \Sigma R = R + r$$

$$\text{Or } Z = \frac{U_{AM(max)}}{I_{max}} \text{ et comme } I_{max} = \frac{U_{BM}}{R} \text{ on a}$$

$$Z = \frac{U_{AM(max)}}{U_{BM(max)}} R = R + r \text{ d'où}$$

$$r = R \left( \frac{U_{AM(max)}}{U_{BM(max)}} - 1 \right)$$

Sur l'oscillogramme, on voit que  $U_{AM(max)}$  est représenté par 5 carreaux et  $U_{BM(max)}$  par 4 carreaux. La sensibilité valant pour les deux voies 0,2 V/carreau on a :

$$U_{AM(max)} = 5 \times 0,2 = 1 \text{ V et } U_{BM(max)} = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ V.}$$

$$U_{AM(max)} = 1 \text{ V et } U_{BM(max)} = 0,8 \text{ V}$$

$$r = 40 \left( \frac{1}{0,8} - 1 \right) = 10$$

$$r = 10 \Omega$$

2.

- a. La voie 2 est en avance de phase sur la voie 1 (c'est la première courbe qui s'annule qui est en avance de phase sur l'autre). L'intensité est donc en avance de phase sur la tension.

**Le circuit est capacitif.**

- b. Soit  $\theta$  le décalage dans le temps entre les deux courbes :  $\theta = \varphi/\omega$   
 $\varphi$  est la différence de phase entre les deux courbes et  $\omega$  leur pulsation.

$$\varphi = \omega\theta = \frac{2\pi\theta}{T}$$

On voit sur l'oscillogramme b) que  $\theta$  vaut 1 carreau. La base de temps étant réglée sur 0,1 ms ; on a  $\theta = 0,1 \times 1 = 0,1$  ms.  
 La période vaut 6 carreaux donc  $T = 6 \times 0,1 = 0,6$  ms.

$$\varphi = \frac{2\pi \times 0,1 \times 10^{-3}}{0,6 \times 10^{-3}} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

- c. *Expressions des tensions instantanées  $u(t)$  et  $i(t)$*

La tension aux bornes du générateur est  $u_{AM}$ .  $u_{AM}$  est de la forme :

$$u_{AM} = U_{AM(max)} \cos(\omega t + \psi).$$

$$\text{A } t = 0 \text{ } u_{AM} = U_{AM(max)} \cos\psi = U_{AM(max)} \Rightarrow \cos\psi = 1 \Rightarrow \psi = 0.$$

$$\text{Donc } u_{AM} = U_{AM(max)} \cos \omega t.$$

La sensibilité de la voie 1 étant 0,2 V/carreau,  $U_{AM(max)} = 5 \times 0,2 = 1$  V

$\omega = 2\pi/T$  ; on a vu que  $T = 0,6 \cdot 10^{-3}$  s.

$\omega = 2\pi/0,6 \cdot 10^{-3} = (\pi/3)10^4 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ . On a donc :

$$u_{AM} = \cos\left(\frac{\pi}{3}10^4 t\right)$$

L'intensité est en avance de  $\pi/3$  rad sur la tension  $u_{AM}$  (voir questions

précédentes) donc :  $i(t) = I_{max} \cos(\omega t + \pi/3)$

$I_{max} = \frac{U_{BM(max)}}{R}$ . La sensibilité de la voie 2 étant 0,1 V/carreau,

$U_{BM(max)} = 4 \times 0,1 = 0,4$  V.  $R = 40 \Omega$  donc  $I_{max} = \frac{0,4}{40} = 10^{-2}$  A et

$$i(t) = 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{3}10^4 t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$u_{BM}$ , tension aux bornes du résistor a même période et même déphasage que l'intensité.  $U_{BM(max)} = 0,4 \text{ V}$  d'où :

$$u_{BM}(t) = 0,4 \cos\left(\frac{\pi}{3} 10^4 t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$u_{DB}$  est la tension aux bornes de la bobine. La tension aux bornes d'une bobine étant en avance de  $\varphi_1$  sur l'intensité, elle est de la forme

$$u_{DB}(t) = U_{DB(max)} \cos(\omega t + \pi/3 + \varphi_1).$$

$$U_{DB(max)} = Z_B I_{max} = \sqrt{r^2 + L^2 \omega^2} I$$

$$U_{DB(max)} = \sqrt{10^2 + \frac{(2,75 \cdot 10^{-3})^2 \times \pi^2 \times 10^8}{9}} \times 10^{-2}$$

$$U_{DB(max)} = 0,30 \text{ V}$$

Calculons la différence de phase  $\varphi_1$  :

$$\tan \varphi_1 = \frac{L\omega}{r} = \frac{2,75 \cdot 10^{-3} \times \pi \times 10^4}{10 \times 3} \Rightarrow \varphi_1 = 1,24 \text{ rad}$$

On obtient :

$$u_{DB}(t) = 0,3 \cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{3} + 1,24\right)$$

$$u_{DB}(t) = 0,3 \cos\left(\frac{\pi}{3} 10^4 t + 2,29\right)$$

$u_{AD}$  est la tension aux bornes du condensateur, elle est en retard de phase de  $\pi/2$  sur l'intensité.

$$U_{AD(max)} = \frac{I_{max}}{C\omega} = \frac{10^{-2}}{0,83 \cdot 10^{-6}} \times \frac{3}{\pi \times 10^4} = 1,15 \text{ V}$$

$$\text{On a donc : } u_{AD}(t) = 1,15 \cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right)$$

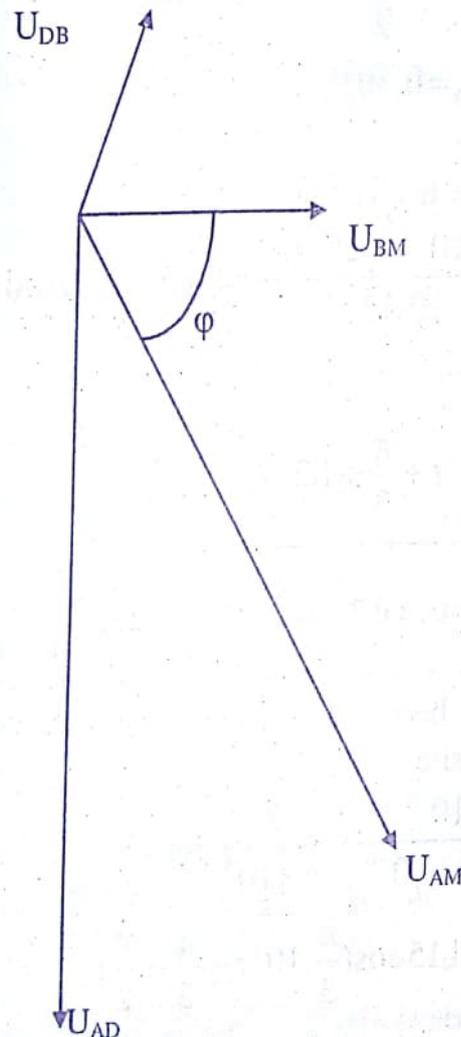
$$u_{AD}(t) = 1,15 \cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 10^4 t + \frac{2\pi - 3\pi}{6}\right)$$

$$u_{AD}(t) = 1,15 \cos\left(\frac{\pi}{3} 10^4 t - \frac{\pi}{6}\right)$$

d. Diagramme de Fresnel des tensions partielles.

$$U_{AM} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,71 \text{ V} ; \quad U_{BM} = \frac{0,4}{\sqrt{2}} = 0,28 \text{ V} ;$$

$$U_{DB} = \frac{0,30}{\sqrt{2}} \text{ V} ; \quad U_{AD} = \frac{1,15}{\sqrt{2}} = 0,81 \text{ V}$$



### EXERCICE 3

Concentrations molaires respectives des solutions  $A_1H$  et  $A_2H$

A l'équivalence on a :  $C_A V_A = C_B V_B$ , d'où  $C_A = C_B V_B / V_A$ .

$V_A = 10 \text{ cm}^3$  et  $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

donc :  $C_A = 0,1 \times V_B / 10 = 10^{-2} \cdot V_B$  ( $V_B$  en  $\text{cm}^3$ ).

En utilisant la méthode des tangentes, on voit sur les courbes que le volume de la solution basique à l'équivalence est :

- pour  $A_1H$ ,  $V_B = 14 \text{ cm}^3$
- pour  $A_2H$ ,  $V_B = 20 \text{ cm}^3$ .

La concentration molaire volumique de la solution  $A_1H$  est donc

$$C_1 = 10^{-2} \times 14 = 0,14 \text{ mol.L}^{-1}.$$

Celle de  $A_2H$  est  $C_2 = 10^{-2} \times 20 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ .

En utilisant les courbes, on voit que à la demi-équivalence, pour  $A_1H$   
 $\frac{V_{\text{eq}}}{2} = 7 \text{ cm}^3$  et  $\text{pH} = \text{p}K_{a1} = 6,8$ .

$$K_{a1} = 10^{-6,8} = 1,58 \cdot 10^{-7}$$

Pour  $A_2H$ ,  $\frac{V_{\text{eq}}}{2} = 10 \text{ cm}^3$  et  $\text{pH} = \text{p}K_{a2} = 4$ .

$$K_{a2} = 10^{-4}$$

L'acide le plus fort est celui ayant la constante d'acidité la plus grande,  
donc

**$A_2H$  est plus fort que  $A_1H$ .**

- Pour  $A_1H$ , le pH à l'équivalence est sensiblement 9,3 ; il faut donc utiliser la **phénolphtaléine** dont le domaine de virage est (8,0 - 9,9). La couleur passera de **incolore** à **rose violacé**.
- Pour  $A_2H$ , le pH à l'équivalence est 7,7 ; il faut donc utiliser le **rouge de phénol** dont le domaine de virage est (6,6 - 8). La couleur passera de **jaune** à **orange**.

## EXERCICE 4

1.

- La solution de dichromate de potassium devient verte, l'ion dichromate a donc été réduit. Le composé A a donc été oxydé.
- Si on obtient un précipité jaune orangé par action de la DNPH, c'est que par oxydation de A, on obtient un aldéhyde ou une cétone.
- La formation d'un miroir d'argent est caractéristique d'un **aldéhyde**.
- Dans ce cas, on a une oxydation poussée de A qui donne un acide. Si A ne réagit pas avec la DNPH, c'est que A **n'est ni un aldéhyde ni une cétone**.  
D'après ce qui vient d'être dit, A est un **alcool primaire** qui s'oxyde en donnant un aldéhyde puis un acide.

2.

B est un acide (cf. question 1). Sa solution est acide et colore en jaune le bleu de bromothymol. On effectue un dosage de la solution de B. Pour avoir l'équivalence, on doit verser  $37,5 \text{ cm}^3$  de solution d'hydroxyde de sodium (solution appelée 1).

A l'équivalence :  $C_1 V_1 = C_B V_B$

$$C_B = C_1 V_1 / V_B = 0,2 \times 37,5 / 50 = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$$

0,15 mole de B ont une masse de 15,3 g. Donc une mole de B a une masse de  $15,3 / 0,15 = 102 \text{ g}$ . La masse molaire de B est donc  $102 \text{ g.mol}^{-1}$ .

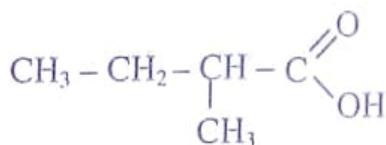
3.

La formule générale d'un acide organique est  $C_n H_{2n} O_2$ .

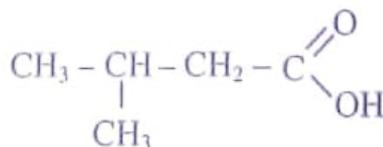
On a donc :  $12n + 2n + 32 = 102$  ; soit  $14n = 70$  et  $n = 70/14 = 5$

**La formule brute de B est donc :  $C_5 H_{10} O_2$ .**

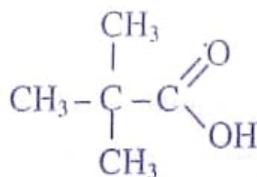
La chaîne carbonée de B étant saturée, ramifiée et acyclique, les isomères possibles sont :



(B<sub>1</sub>)

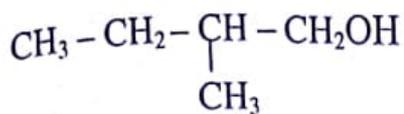


(B<sub>2</sub>)

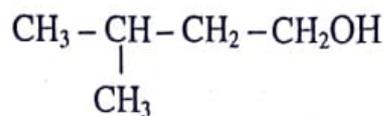


(B<sub>3</sub>)

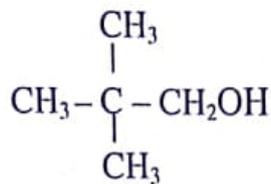
Les isomères possibles pour A sont donc :



(A<sub>1</sub>)

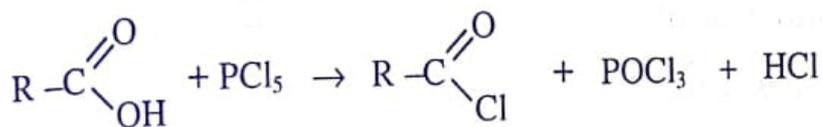


(A<sub>2</sub>)

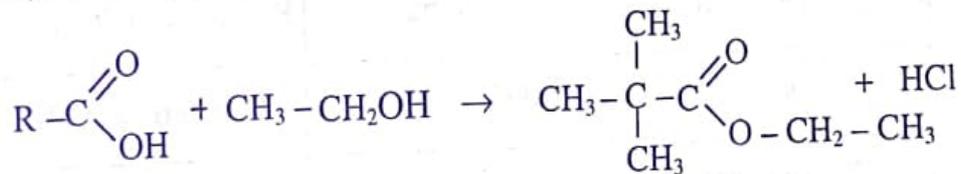


(A<sub>3</sub>)

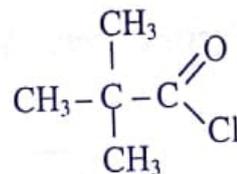
4. B étant un acide, le pentachlorure de phosphore va le transformer en un composé D qui est un chlorure d'acyle selon la réaction :



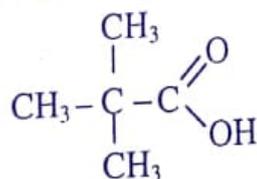
En réagissant sur l'éthanol ; D donne un ester, le 2,2-diméthylpropanoate d'éthyle selon la réaction :



C'est une **estérification indirecte**, qui est rapide, totale et exothermique. D'après l'ester obtenu, la formule de D est :

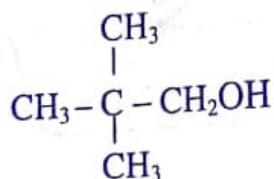


Donc la formule de B est :



B est l'**acide 2,2-diméthylpropanoïque**

La formule de A est :



A est le **2,2-diméthylpropan-1-ol**.

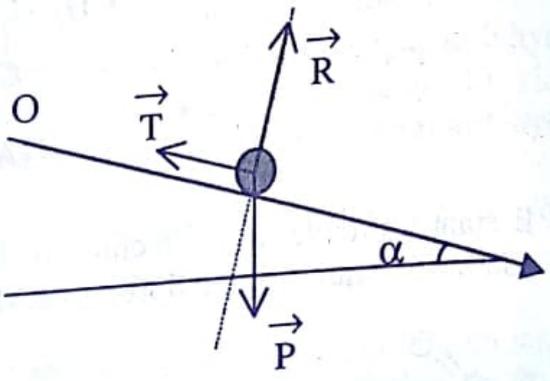
EXERCICE 1

Solide en situation d'équilibre statique

Forces appliquées :

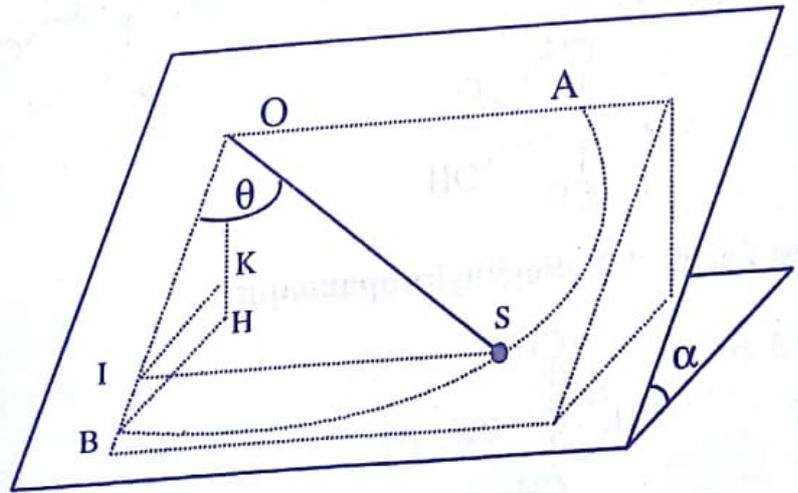
- le poids  $\vec{P}$  du solide,
- la réaction  $\vec{R}$  du plan
- la tension  $\vec{T}$  du fil

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$$



Forces		Sens	Module
$\vec{P}$	verticale	vers le bas	$P = mg = 0,20 \text{ N}$
$\vec{T}$	suivant le fil	de S vers O	$T = P \sin \alpha = 0,1 \text{ N}$
$\vec{R}$	normale au plan	vers le haut	$R = P \cos \alpha = 0,17 \text{ N}$

Vitesse du solide S au passage en B



Le système (solide-terre) est conservatif.

La conservation de l'énergie mécanique se traduit par :  $E_A = E_B$

Position	A	Quelconque	B
Angle $\theta$	$\pi/2$	$\theta$	0
$E_P$	$mgOH$	$mgKH$	0 (référence)
$E_C$	0	$\frac{1}{2}mv^2$	$\frac{1}{2}mv_B^2$

Soit  $\frac{1}{2}mv_B^2 + 0 = 0 + mgOH$  et comme  $OH = OE \cdot \sin\alpha = l \cdot \sin\alpha$

$$v_B = \sqrt{2gl \sin\alpha}$$

A.N :  $v_B = 1,7 \text{ m.s}^{-1}$

3. Expression de la vitesse à un instant quelconque

Pour une position quelconque la conservation de l'énergie mécanique se traduit par :

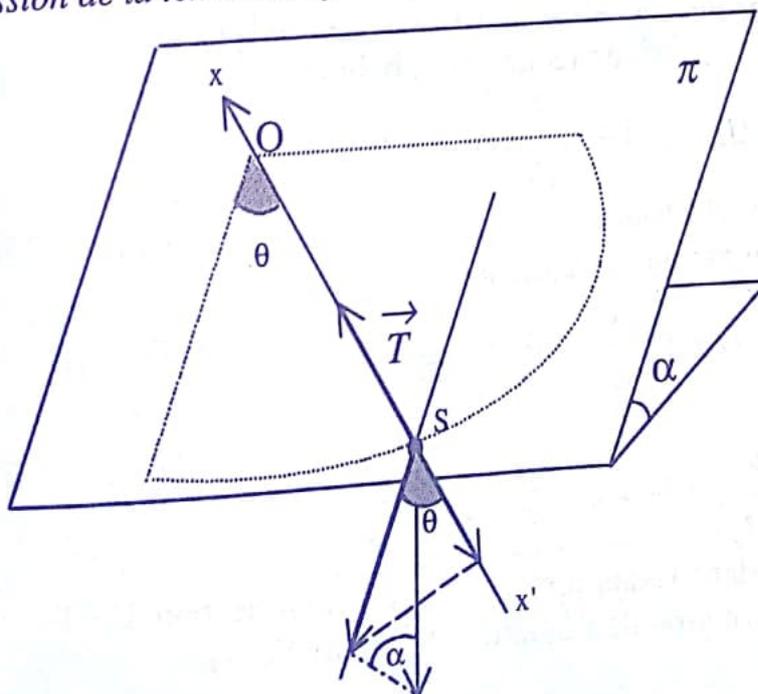
$$0 + mgOH = \frac{1}{2}mv^2 + mgKH$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gOK$$

$$OK = OI \sin\alpha = l \cos\theta \sin\alpha \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2gl \cos\theta \sin\alpha}$$

4. Expression de la tension du fil en fonction de  $\theta$ .



Appliquons le théorème du centre d'inertie au système (Terre+solide S) :

$$\vec{R} + \vec{P} + \vec{T} = m \vec{a}$$

en projetant cette relation sur l'axe  $x'x$  (suivant le fil)

$$\text{on a : } T - P \sin \alpha \cos \theta = m \frac{v^2}{l}$$

en remplaçant  $v$  par son expression obtenue en 3., on obtient

$$T = 3 m g \sin \alpha \cos \theta$$

Remarque : On ne connaît pas l'angle que fait  $\vec{P}$  avec  $x'x$ .

Il faut donc projeter  $\vec{P}$  d'abord sur le plan, puis sur l'axe  $x'x$ .

A.N : pour  $\theta = 60^\circ$  on a :  $T = 0,15 \text{ N}$

pour  $\theta = 0^\circ$  on a :  $T = T_{\max} = 3.m.g.\sin\alpha.$

Or la tension du fil à l'équilibre est  $T_{\text{équil}} = m.g.\sin\alpha$  d'où

$$T_{\max} = 3T_{\text{équil}}$$

## EXERCICE 2

### 1. Puissance dissipée dans un dipôle

- Puissance fournie par le générateur :  $P_G = E i(t)$
- Puissance électrique reçue par la bobine :

$$P_B = u_L i(t) = \left( r i + L \frac{di}{dt} \right) \cdot i(t)$$

- Puissance électrique reçue par le résistor :  $P_r = r' i^2(t)$

En appliquant la conservation de l'énergie,

$$(r + r') i^2(t) + L \cdot i(t) \cdot \frac{di(t)}{dt} = E \cdot i(t) \Rightarrow R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} = E \quad (1)$$

### 2. Vérification :

$$i(t) = \frac{E}{R} - \frac{E}{R} e^{(-R/L)t} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{E}{R} \cdot \frac{R}{L} \cdot e^{(-R/L)t}$$

en reportant dans l'équation (1) et après simplification,  $E = E$ .  
 $i(t)$  est bien solution de l'équation différentielle (1)

### 3. Valeur limite de $u(t)$

$$u(t) = r' \cdot i(t) = r' \cdot \frac{E}{R} [1 - e^{(-R/L)t}] \quad \text{pour } t \rightarrow \infty \quad e^{(-R/L)t} \rightarrow 0$$

et donc  $\lim_{t \rightarrow \infty} u(t) = \frac{E.r'}{R} = U_{\max}$

$$U_{\max} = \frac{E.r'}{R}$$

A.N :  $U_{\max} = \frac{6 \times 20}{30} = 4 \text{ V}$

$U_{\max} = 4 \text{ V}$

Graphiquement on trouve  $U_{\max} = 4 \text{ V}$

En régime permanent,  $i = i_0$ . La bobine se comporte comme une résistance  $r$ . La valeur de  $U_{\max}$  se déduit alors de la relation d'un diviseur

de tension :  $U_{\max} = \frac{E.r'}{R}$

a.  $e^{-(R/L)\tau} = \frac{1}{e} \Rightarrow \frac{R}{L} \cdot \tau = 1 \Rightarrow \tau = \frac{L}{R}$

b.  $u(\tau) = (1 - \frac{1}{e}) \cdot 4 = 2,53 \text{ V}$

ce qui correspond graphiquement à  $\tau = 68 \text{ ms}$

c.  $u(t) = \frac{99}{100} \cdot U_{\max} \Rightarrow \frac{99}{100} = (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \frac{t}{\tau} = \ln 100$

$\Rightarrow t = \tau \cdot \ln 100$

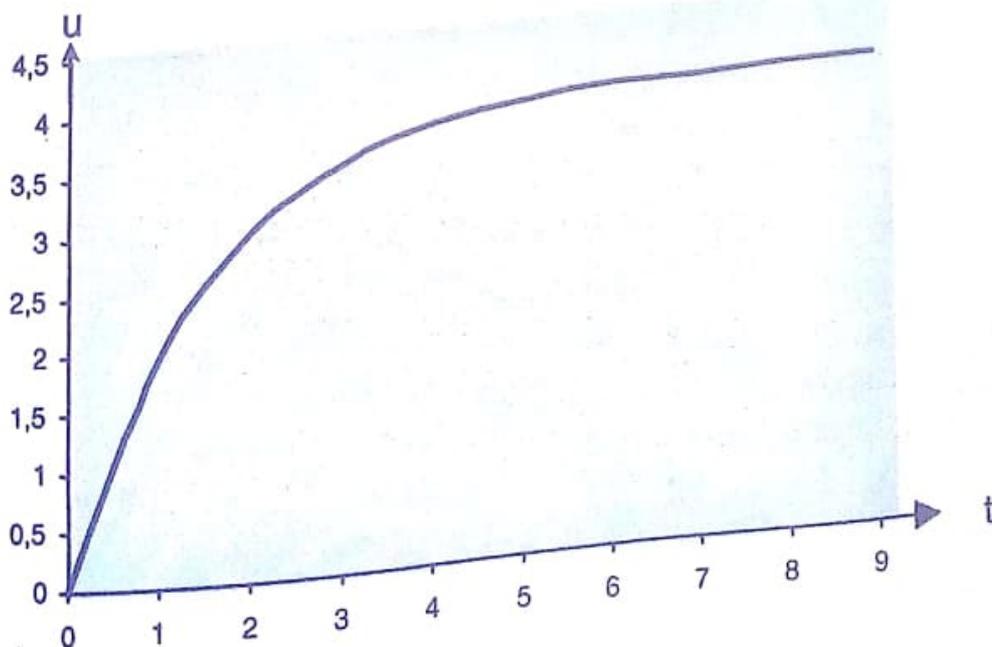
A.N :  $t = 313 \text{ ms}$

d.

$$L = R \cdot \tau$$

A.N :  $L = 30 \times 68 \times 10^{-3} = 2,04$

$L = 2,0 \text{ H}$



### EXERCICE 3

1. La d.d.p.  $V_A - V_{A'}$  crée dans l'espace  $(A, A')$  un champ électrique  $\vec{E}$  ; placés dans ce champ, les ions  ${}^{20}_{10}\text{Ne}^{2+}$ , portant la charge électrique

$q = 2e$ , sont soumis à une force  $\vec{f} = 2e \cdot \vec{E}$ .

Le théorème du centre d'inertie appliqué à un ion s'écrit :

$$\vec{f} = 2e \cdot \vec{E} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{2e}{m} \vec{E}$$

$\vec{a}$  est colinéaire à  $\vec{E}$  et de même sens :  $a = \frac{2eU}{m \ell} = \text{Cte}$

$$a = 3,83 \cdot 10^{11} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Le mouvement des ions étant uniformément accéléré, leur vitesse en  $A'$  sera :

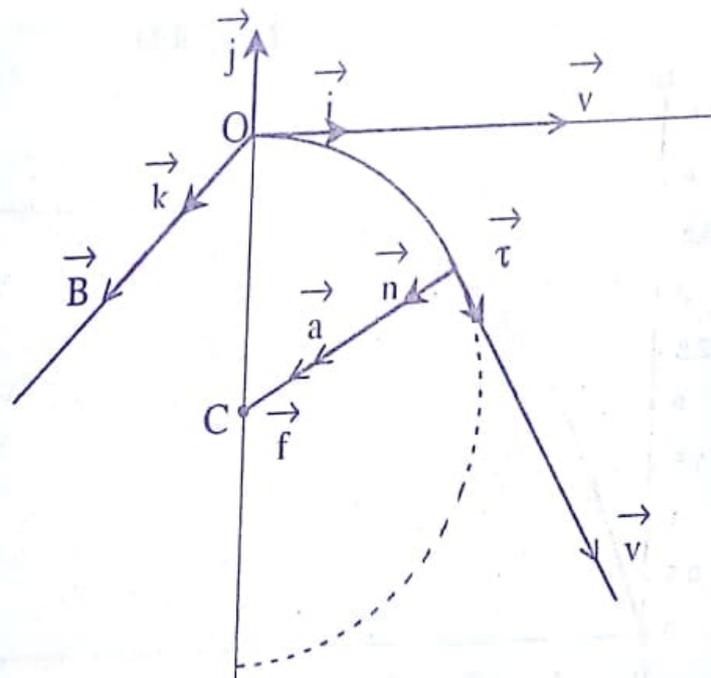
$$V_{A'}^2 = 2a\ell = 2 \times \frac{2eU}{m \ell} \times \ell$$

$$V_{A'} = \sqrt{\frac{4eU}{m}}$$

$$V_{A'} = 1,96 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.  $m({}^{20}_{10}\text{Ne}^{2+}) = m_1 = 20 \text{ u}$

$m({}^{21}_{10}\text{Ne}^{2+}) = m_2 = 22 \text{ u}$



Lorsqu'une particule électrisée de charge  $q$ , de masse  $m$ , animée d'une vitesse  $\vec{v}$ , pénètre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique  $\vec{B}$ , elle est soumise à une force :

$$\vec{f} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$$

Le théorème du centre d'inertie donne :

$$\vec{f} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$\vec{a}$  est perpendiculaire au plan engendré par  $\vec{v}$  et  $\vec{B}$

la trajectoire est contenue dans le plan  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ ,

$$\vec{a} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{a}_\tau \cdot \vec{v} = 0 ; \vec{a}_\tau = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v = \text{Cte}$$

$$\vec{a}_n \cdot \vec{n} = \vec{a} ; a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{q}{m} v B$$

$$\rho = \frac{mv}{qB} = \text{Cte} = R \text{ car } m, v, B \text{ et } q \text{ sont des constantes.}$$

La trajectoire est un cercle de rayon  $R = \frac{mv}{qB}$ , le mouvement est circulaire et uniforme.

En fait, les ions  ${}^{20}_{10}\text{Ne}^{2+}$  et  ${}^{21}_{10}\text{Ne}^{2+}$  décriront chacun un demi-cercle de

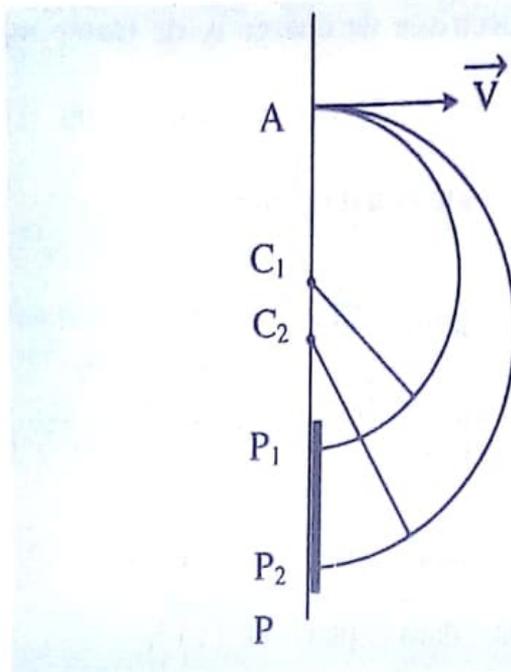
$$\text{rayons respectifs : } R_1 = \frac{m_1 v}{2eB} \quad \text{et } R_2 = \frac{m_2 v}{2eB}$$

3. La distance séparant les points d'impact  $P_1$  et  $P_2$  sur la paroi P est :

$$d(P_1, P_2) = 2(R_2 - R_1)$$

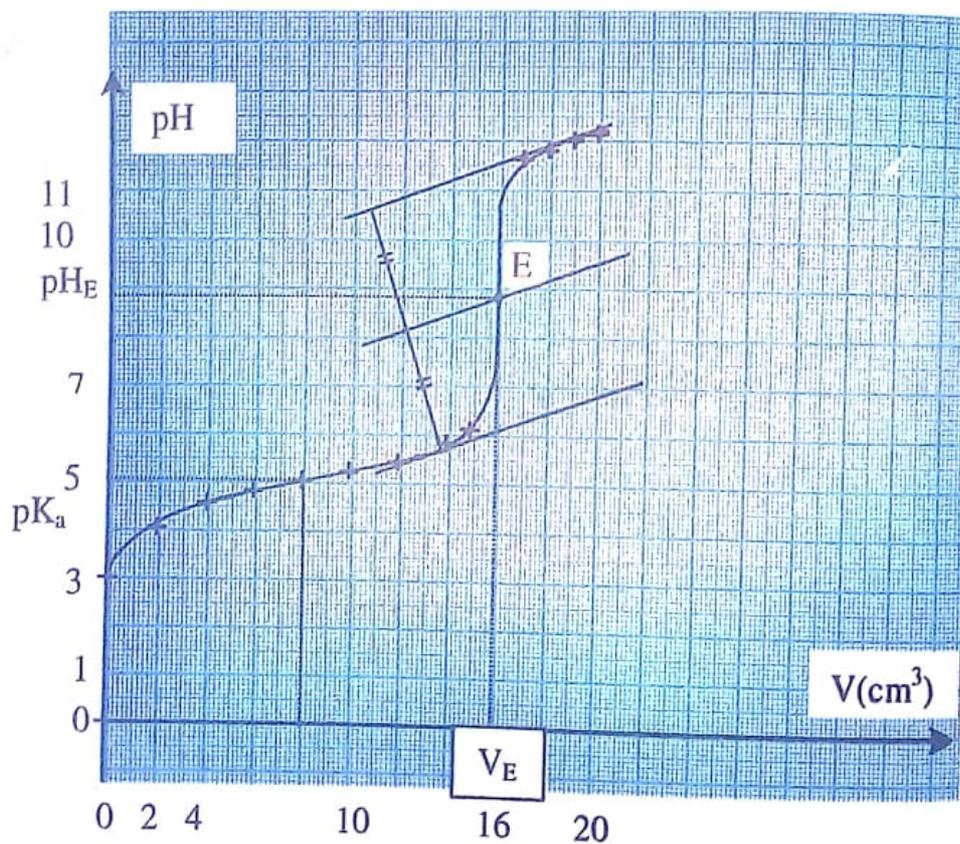
$$d = \frac{v}{eB} (m_2 - m_1)$$

$$d = 1,44 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



EXERCICE 4

1. Courbe  $pH = f(V_2)$



c'est la courbe de dosage d'un acide faible par une base forte :  
 $S_1$  est un acide faible et  $S_2$  une base forte.

- a. Graphiquement :  $\text{pH}_E = 8,8$  ;  $V_E = 16 \text{ cm}^3$  ;  $\text{pH}_D = 5$  ;  
 $V_D = 8 \text{ cm}^3$  ;  $\text{pH}_I = 3$
- b. A la demi-équivalence,  $\text{pH}_D = \text{pK}_a = 5$

Dans la solution initiale, on a :

$$\frac{[A^-]}{[AH]} = 10^{\text{pH} - \text{pK}_a} = 10^{-1,9} = 1,26 \cdot 10^{-2} \text{ or } \text{pH}_I = 3 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} \approx [A^-]$$

$$\Rightarrow [AH] = 7,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[A^-] + [AH] = C_1 ; \quad C_1 = (10^{-3} + 79 \cdot 10^{-3}) = 8 \cdot 10^{-2}$$

$$C_1 = 0,08 \text{ mol. L}^{-1}$$

A l'équivalence :

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V_2} ; C_2 = \frac{0,84 \times 20}{16} = 0,105$$

$$C_2 = 0,10 \text{ mol. L}^{-1}$$

Le seul point intéressant est E qui permet le dosage de la solution de concentration inconnue.

En D on a une solution tampon : l'addition d'une faible quantité d'acide fort ou de base forte ne modifie pas le pH.

## EXERCICE 5

Déterminons la formule semi-développée et le nom de C.

A l'équivalence :  $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_b$

$$\Rightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_b}{V_a} = \frac{0,1 \times 30}{15} = 0,2 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\Rightarrow M_a = \frac{14,8 \times 1}{0,2} = 74,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

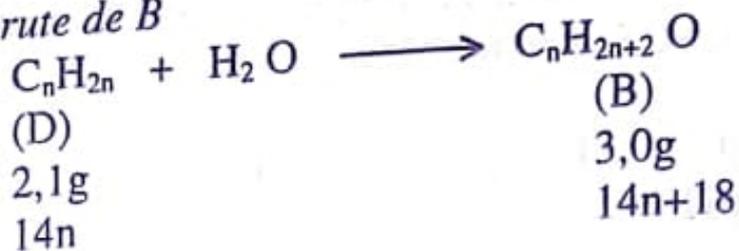
Soit  $C_n H_{2n+1} COOH$  la formule générale de C

$$\Rightarrow 14n + 1 + 12 + 32 + 1 = 74 \Rightarrow 14n = 28 \Rightarrow n = 2$$

la formule semi-développée de C est donc :  $C_2H_5-COOH$

C est l'acide propanoïque.

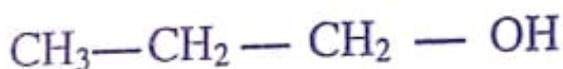
2. Formule brute de B



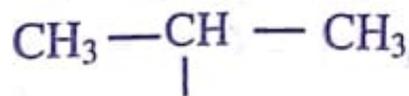
$$\frac{14n+18}{14n} = \frac{3,0}{2,1} \Rightarrow n=3$$

on en déduit la formule brute  $C_3H_8O$  du composé B

3. Isomères possibles du composé B



propan-1-ol



propan-2-ol

4. L'oxydation ménagée d'un alcool primaire donne un aldéhyde puis un acide. Celui d'un alcool secondaire donne une cétone.

Après l'oxydation ménagée de (B), on fait le test du réactif de Schiff (spécifique aux aldéhydes) :

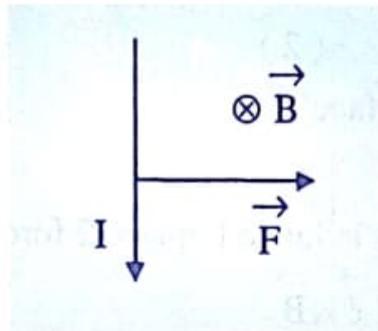
\* si le test est positif alors B est le propan-1-ol

\* si le test est négatif alors B est le propan-2-ol

EXERCICE 1

A

1. Appliquons la loi de Laplace  $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$ ; ( $I \vec{\ell}$ ,  $\vec{B}$ , et  $\vec{F}$ ) forment un trièdre directe. Le sens de  $I$  est donné par la règle des trois doigts de la main droite,



2.  $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$

$F = I \cdot \ell \cdot B \cdot \sin \alpha$  avec  $\alpha = (\vec{\ell}, \vec{B}) = \pi/2$   
 $F = 3 \times 1 \times 210^{-4}$

$F = 610^{-4} \text{ N}$

B

1. Dans le fil (1), le courant  $I'$  crée autour de lui un champ magnétique  $\vec{B}'_1$

sortant à la distance  $d$  tel que  $\vec{F}'_1 = I' \vec{\ell} \wedge \vec{B}'_1$

avec  $B'_1 = \frac{\mu_0 I'}{2\pi d}$   $F'_1 = I' \ell B'_1 = \frac{\mu_0 \ell I'^2}{2\pi d}$

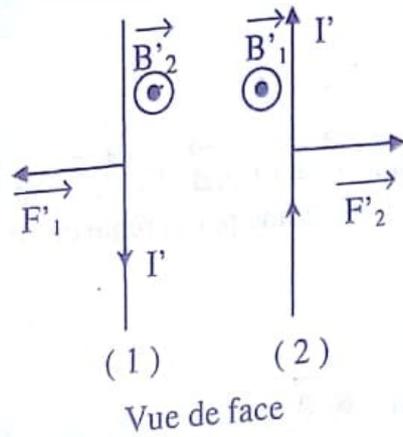
Dans le fil (2), le courant  $I'$  crée à la distance  $d$ , un champ magnétique

$\vec{B}'_2$  sortant tel que

$\vec{F}'_2 = I' \vec{\ell} \wedge \vec{B}'_2$   $F'_2 = \frac{\mu_0 \ell I'^2}{2\pi d}$  avec  $B'_2 = \frac{\mu_0 I'}{2\pi d}$

$F'_2 = F'_1 = \frac{\mu_0 \ell I'^2}{2\pi d}$

D'après la règle des trois doigts de la main droite les forces  $\vec{F}'_1$  et  $\vec{F}'_2$  sont colinéaires, opposées et égales en intensité.



En rétablissant  $\vec{B}$ , on a d'après la loi de Laplace 2 forces  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$  telles que :  $\vec{F} + \vec{F}' = \vec{0}$  avec  $\vec{F} = I' \ell \wedge \vec{B}$

$$F = I' \cdot \ell \cdot B$$

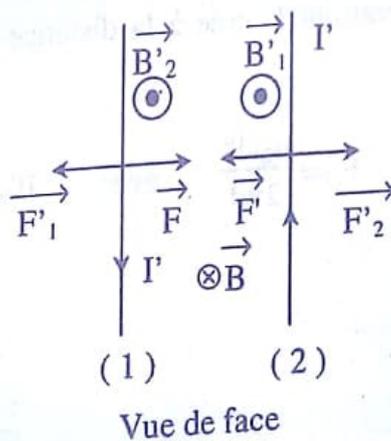
Il y aura immobilité verticale des fils si  $F = F'_1$ , ce qui équivaut à

$$\frac{\mu_0 I'^2}{2\pi d} = I' \ell B \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I'}{2\pi d} \text{ d'où}$$

$$I' = \frac{2\pi d B}{\mu_0}$$

$$I' = \frac{2 \times \pi \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4}}{4 \times 3,14 \times 10^{-7}}$$

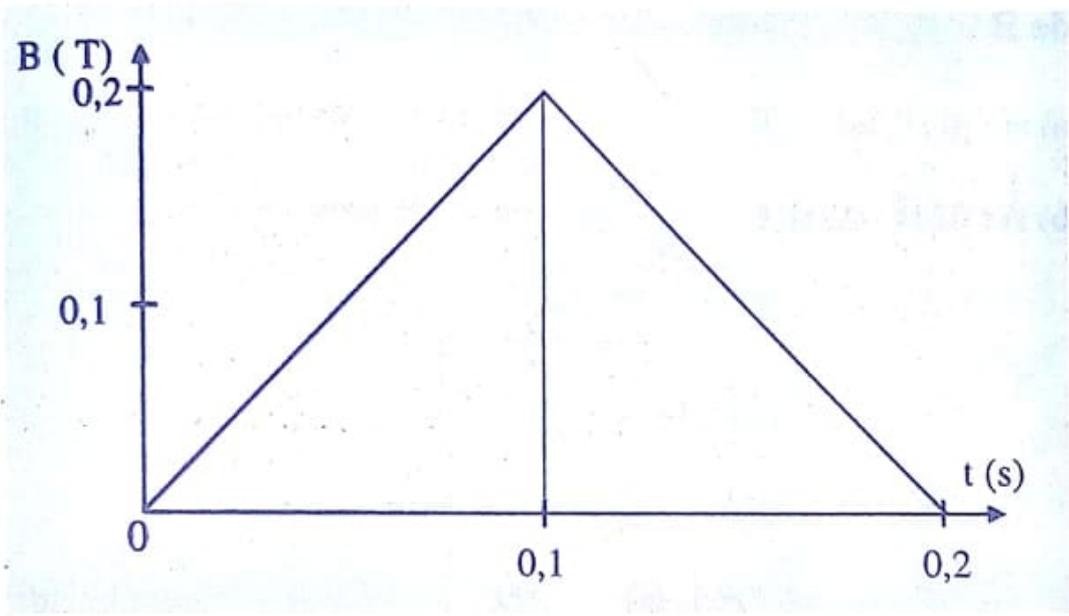
$$I' = 10 \text{ A}$$



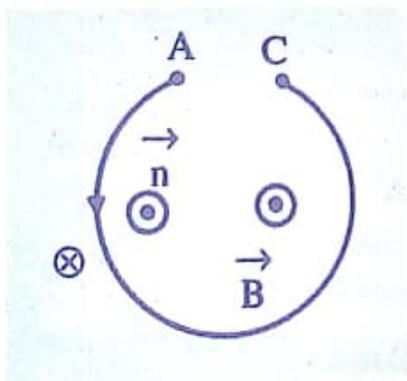
## EXERCICE 2

1. De  $[0 ; 0,1s]$   $B = at$   
 de  $[0,1s ; 0,2s]$   $B = a't + b$   
 à  $t = 0,1s$   $B = 0,1T \Rightarrow a = 1T.s^{-1}$  et  $a' = -a$  d'où  
 de  $[0 ; 0,1s]$   $B = t$   
 et de  $[0,1s ; 0,2s]$   $B = -t + 0,2$

Construisons le graphe  $B = f(t)$  : échelle  $0,1s \leftrightarrow 4cm$  ;  
 $0,1T \leftrightarrow 2cm$



2. La spire étant ouverte  $i = 0$ . D'après la loi d'Ohm  $U_{AC} = Ri - e = -e$



$$U_{AC} = -e = \frac{d\phi}{dt}$$

selon le sens arbitraire sur le schéma  $\phi = BS$

- si  $t \in [0, 0,1s]$ ,  $B = t$  donc  $\phi = St$   $U_{AC} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(St)}{dt} = S$

$S = 10cm^2 = 10^{-3} m^2$   $U_{AC} = 10^{-3} V$

- si  $t \in [0, 0,1s], 0,2s]$ ,  $B = -t + 0,2$   $\phi = (-t + 0,2)S$   $U_{AC} = \frac{d\phi}{dt}$

$U_{AC} = -S$

$U_{AC} = -10^{-3} V$

Entre  $t = 0$  et  $t = 0,2s$   $U_{AC}$  varie entre  $-1mV$  et  $+1mV$

3.

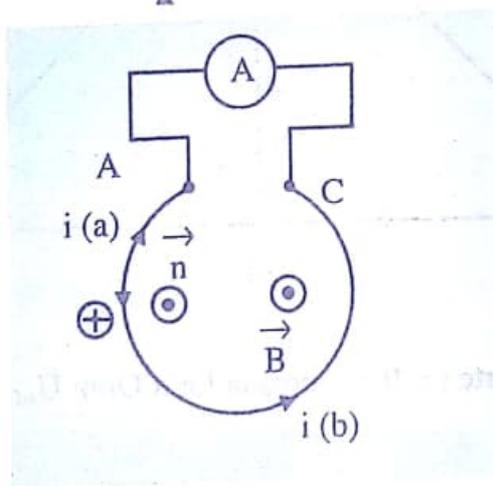
Circuit fermé  $i \neq 0$

$e = Ri$   $e = -\frac{d\phi}{dt}$  donc  $i = \frac{-1}{R} \frac{d\phi}{dt} = \frac{-1}{R} \frac{SdB}{dt}$

D'après la loi de Lenz; le champ créé par  $i$  s'oppose à la variation de  $B$

a) si  $t \in [0, 0,1s]$   $B \nearrow \Rightarrow i < 0$  sens opposé,

b) si  $t \in [0,1s, 0,2s]$   $B \searrow \Rightarrow i > 0$  sens positif.



Graphe  $i = g(t)$

si  $t \in [0, 0,1]$   $i = -\frac{S}{R} = \frac{-10^{-3}}{0,5} = -2 \cdot 10^{-3} A$

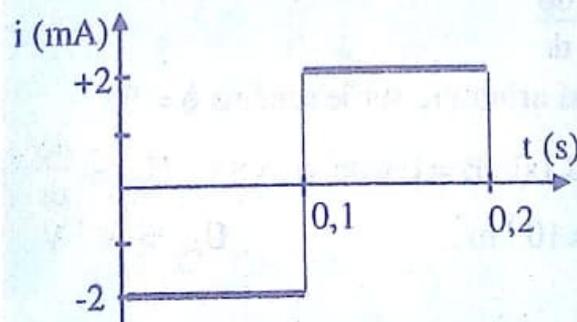
si  $t \in [0,1s, 0,2s]$   $i = +\frac{S}{R} = 2 \cdot 10^{-3} A$

entre  $t = 0$  et  $t = 0,2 s$   $i$  varie de  $-2 mA$  à  $+2 mA$

échelles :

$0,1s \leftrightarrow 2cm$

$1mA \leftrightarrow 0,5cm$



Pour chaque phase la quantité d'électricité est :

$$|q| = \frac{|\Delta\Phi|}{R} = \frac{BS}{R}$$

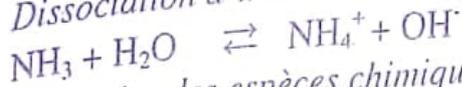
$$|q| = \frac{10^{-1} \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-1}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

graphiquement  $|q| = |i|t$

$$|q| = 2 \cdot 10^{-3} \times 10^{-1} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

### EXERCICE 3

1. a. Dissociation d'une base faible



Inventaire des espèces chimiques  $\text{NH}_3, \text{NH}_4^+, \text{OH}^-, \text{H}_3\text{O}^+, \text{H}_2\text{O}$ .

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11,1} = 7,9 \cdot 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} = \frac{10^{-14}}{7,9 \cdot 10^{-12}} = \frac{10^{-14}}{\sum \text{H}_3\text{O}^+}$$

Electroneutralité :  $[\text{NH}_4^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$

solution basique  $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ .

Conservation de masse :

$$[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] = C = 10^{-1} \Rightarrow [\text{NH}_3] = 10^{-1} - [\text{NH}_4^+]$$

$$[\text{NH}_3] = 10^{-1} - 1,26 \cdot 10^{-3} = 9,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

b. Couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\text{A.N: } K_a = \frac{9,9 \cdot 10^{-2} \times 7,9 \cdot 10^{-12}}{1,26 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_a = 6,2 \cdot 10^{-10} \Rightarrow \text{p}K_a = -\log K_a = 9,2$$

On a un mélange d'ammoniac et de chlorure d'ammonium. Le pH est égal au pKa.

$$\text{pH} = \text{p}K_a = 9,2.$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}; [\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+] \text{ dans } S_1; \text{ donc } S_1 \text{ est une}$$

solution tampon.

a. Le pH de  $S_0$  décroît car on a ajouté de l'acide à une solution basique  
Le pH de  $S_1$  ne varie pas car  $S_1$  est une solution tampon.

b. Dans la solution tampon la variation est très faible ; le pH de la solution  $S'_1$  est  $9,2 - 0,1 = 9,1$ .  
le pH de  $S'_0$  est  $11,1 - 1,3 = 9,8$ .

4. Trois méthodes sont possibles

Première méthode : mélange de A et B (acide fort base aible)

$$V = V_A + V_B \quad n(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{1}{2} n(\text{NH}_3)$$

$$C_A V_A = \frac{1}{2} C_B V_B \quad C_A = C_B$$

$$V_A = \frac{1}{2} V_B \quad \text{si } V_A = 10\text{cm}^3 ; V_B = 20\text{cm}^3$$

Deuxième méthode : mélange de C et D (base forte - acide faible)

$$V = V_C + V_D \quad n(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} n(\text{NH}_4^+)$$

$$C_D V_D = \frac{1}{2} C_C V_C \quad C_D = C_C$$

$$V_D = \frac{1}{2} V_C \quad \text{si } V_D = 10\text{cm}^3 ; V_C = 20\text{cm}^3$$

Troisième méthode : mélange de B et C (acide faible - base faible)

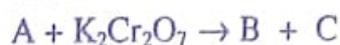
$$V = V_B + V_C \quad \text{mélange équimolaire } n_B = n_C$$

$$C_B V_B = C_C V_C \quad C_B = C_C$$

$$V_B = V_C = 15\text{cm}^3$$

EXERCICE 4 .....

1. La chaîne carbonée de A est linéaire,



Le réactif de Schiff rosit ceci prouve la formation d'un aldéhyde.

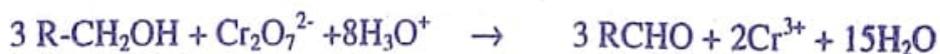
Le papier au bleu de bromothymol jaunit : formation d'un acide carboxylique.

A est un alcool primaire  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$



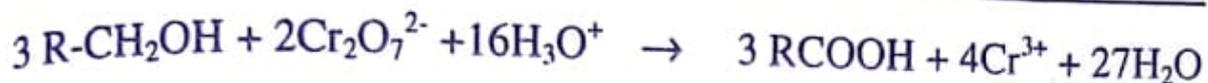
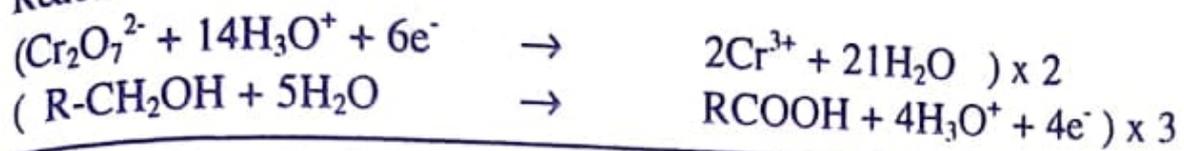
soit  $\text{R-CH}_2\text{OH}$  avec  $\text{R} = \text{C}_4\text{H}_9$

2. Réaction de A à B



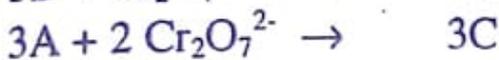
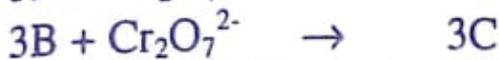
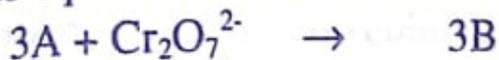
$\text{RCHO} = \text{C}_4\text{H}_9\text{CHO}$  pentanal.

Réaction de A à C



$\text{RCOOH} = \text{C}_4\text{H}_9\text{CO}_2\text{H}$  acide pentanoïque

Des équations ci-dessus on tire



nombre de moles de A  $n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{22}{88} = 0,25$  mol de A à C

$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{2}{3} n_A = \frac{2}{3} \times 0,25 = 0,17$  mol oxydation en défaut car on a 0,15 mol de A à B

$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{1}{3} n_A = \frac{1}{3} \times 0,25 = 0,083$  mol utilisé.

Il reste :  $0,15 - 0,083 = 0,067$  mol pour oxyder B.

$n_C = 3n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \Rightarrow n_C = 0,067 \times 3 = 0,2$  mol

$m_C = n_C \times M_C = 0,2 \times 102 = 20,4$  g

nombre de moles de B :

$n_A = n_B + n_C \Rightarrow n_B = n_A - n_C = 0,25 - 0,2 = 0,05$  mol.

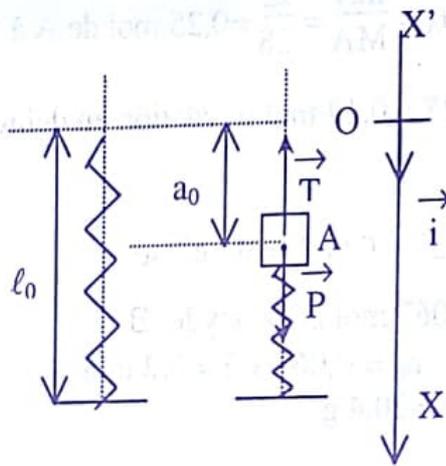
Masse de B :  $m_B = n_B \times M_B = 0,05 \times 86 = 4,3$  g

EXERCICE 1

1.

a. Expression du raccourcissement  $a_0$  du ressort à l'équilibre.

Le système étudié est le système : (solide A de masse  $m$ , ressort)



Cette étude est faite dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen. Faisons l'inventaire des forces appliquées au système :

- $\vec{P}$  poids du solide A
- $\vec{T}$  tension du fil

Le solide A est en équilibre :  $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$  ;  $\vec{P} = mg \vec{i}$  et  $\vec{T} = -ka_0 \vec{i}$   
 d'ou la relation :  $mg - ka_0 = 0 \Rightarrow$

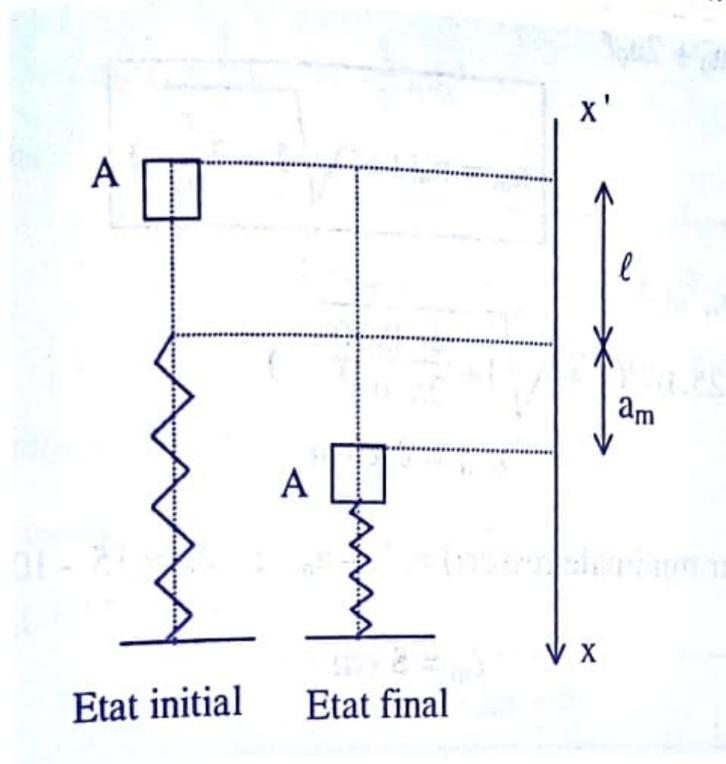
$$a_0 = \frac{mg}{k}$$

b. A.N.  $m = 50g$  ;  $g = 10N.kg^{-1}$  ;  $k = 20N.m^{-1}$

$$a_0 = \frac{50 \cdot 10^{-3} \times 10}{20} = 25 \cdot 10^{-3}$$

$$a_0 = 25 \cdot 10^{-3} m$$

a. Vérification de la formule du raccourcissement maximal  $a_0$ .



L'origine des énergies est prise comme suit :  
 - énergie potentielle de pesanteur en O,  
 - énergie potentielle élastique : ressort au repos

Soient :  
 E : l'énergie mécanique totale du système,  
 E<sub>pp</sub> : l'énergie potentielle de pesanteur du système  
 E<sub>pe</sub> : l'énergie potentielle élastique du système.  
 E<sub>c</sub> : l'énergie cinétique du système

L'énergie mécanique du système s'écrit :  $E = E_{pp} + E_{pe} + E_c$

- à l'état initial :  $E = mg\ell + 0 + 0$

- à l'état final :  $E = -mg \cdot a_m + \frac{1}{2} k \cdot a_m^2 + 0$

La conservation de l'énergie mécanique se traduit par la relation :

$$mg\ell = -mg \cdot a_m + \frac{1}{2} k \cdot a_m^2 \text{ or } \frac{mg}{k} = a_0 ; \text{ d'où } k \cdot a_0 \ell = -k \cdot a_0 a_m + \frac{1}{2} k \cdot a_m^2$$

$$\frac{1}{2} a_m^2 - a_0 a_m - a_0 \ell = 0$$

$$\text{d'où } a_m = a_0 \pm \sqrt{a_0^2 + 2a_0 \ell}$$

or  $a_m$  est une grandeur essentiellement positive :

$$a_m = a_0 + \sqrt{a_0^2 + 2a_0\ell}$$

$$a_m = a_0 \left( 1 + \sqrt{1 + 2\frac{\ell}{a_0}} \right)$$

b. Calcul de  $a_m$

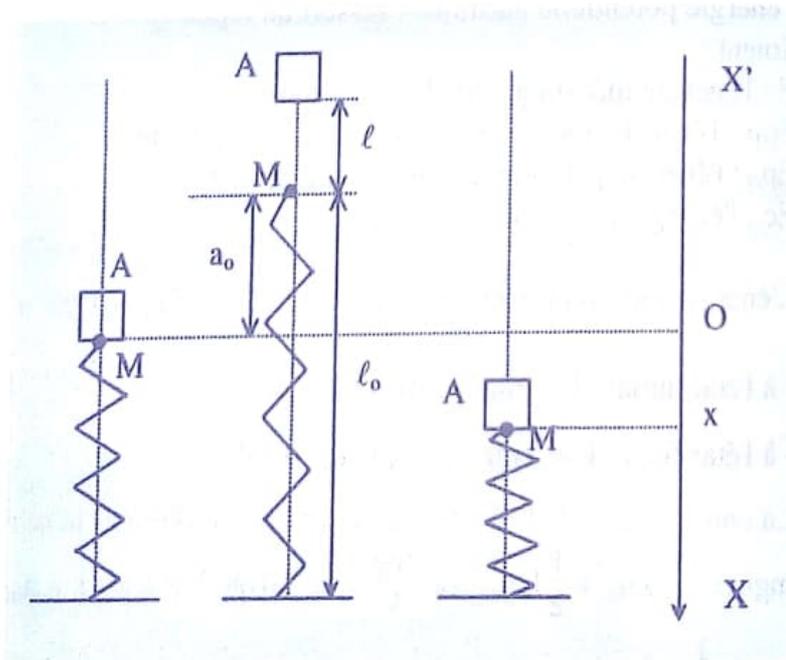
A.N.  $a_m = 25 \cdot 10^{-3} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 0,10}{25 \cdot 10^{-3}}} \right)$   
 $a_m = 0,10 \text{ m}$

$$\ell_m (\text{longueur minimale ressort}) = \ell_0 - a_m ; \quad \ell_m = 15 - 10$$

$$\ell_m = 5 \text{ cm}$$

3.

a. On garde les mêmes références pour les énergies. Calculons l'énergie du système quand le point M a pour ordonnée  $x$ .



$$E = E_{pp} + E_{pel} + E_C$$

$$E = -mg(a_0 + x) + \frac{1}{2} k(x + a_0)^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}^2$$

$$E = -mga_0 - mgx + \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} ka_0^2 + ka_0x + \frac{1}{2} m \dot{x}^2 ;$$

$$\text{Or : } ka_0 = mg$$

$$\text{Donc : } -mgx + ka_0x = 0$$

$$\text{et : } -mga_0 + \frac{1}{2}ka_0^2 = -\frac{1}{2}ka_0^2$$

et donc :

$$E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}kx^2 - \frac{1}{2}ka_0^2$$

b. *Equation différentielle du mouvement.*

$$E = \text{constante ; donc : } \frac{dE}{dt} = 0$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

c. La solution est de la forme :  $x = X_m \sin(\omega t + \varphi)$

$$\text{avec } X_m = (a_m - a_0) = 10 \cdot 10^{-2} - 2,5 \cdot 10^{-2}$$

$$X_m = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20}{50 \cdot 10^{-3}}} = 20 \text{ rad/s}$$

$$\text{à } t = 0, \text{ on a : } x = -a_0 = X_m \sin \varphi ;$$

$$\text{d'où } \sin \varphi = -\frac{2,5}{7,5} = -\frac{1}{3}$$

$$\varphi = -0,34 \text{ rad ou } \varphi = (\pi + 0,34) \text{ rad ;}$$

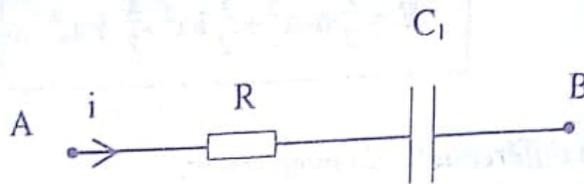
or à  $t = 0$ ,  $v = \dot{x} = \omega X_m \cos \varphi > 0$  (le solide se dirige vers les  $x$  positifs), donc :  $\cos \varphi > 0$  et  $\varphi = -0,34 \text{ rad}$ .

L'équation du mouvement est :

$$x = 7,5 \cdot 10^{-2} \sin(20t - 0,34)$$

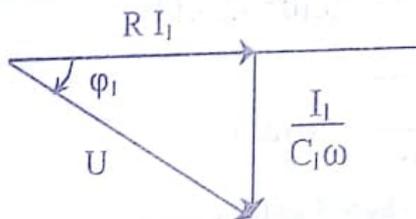
## EXERCICE 2

Schéma de montage :



$$I_1 = 0,50\text{A} \quad R = 100\Omega \quad u_{AB} = u = 100\sqrt{2} \sin(100\pi t)$$

- a. Calcul de la valeur de  $C_1$   
 • Diagramme de Fresnel :



- Expression de l'impédance  $Z_1$ .

$$\text{on a : } Z_1 = \frac{U}{I_1} \text{ et } Z_1 = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C_1^2 \omega^2}} \text{ d'où } \frac{U^2}{I_1^2} = R^2 + \frac{1}{C_1^2 \omega^2}$$

$$\text{on a alors le résultat : } C_1 = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{U^2}{I_1^2} - R^2}}$$

$$\text{A.N. : } \omega = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}, \quad U = 100\text{V}, \quad I_1 = 0,50\text{A}, \quad R = 100\Omega$$

$$C_1 = 18,4 \cdot 10^{-6}\text{F}$$

$$C_1 = 18,4\mu\text{F}$$

b. Expression de l'intensité instantanée  $i_1$ .

$u$  est en retard sur  $i_1$ , donc  $i_1$  est en avance sur  $u$ .  $\varphi_1$  est la phase de  $u$  par rapport à  $i_1$

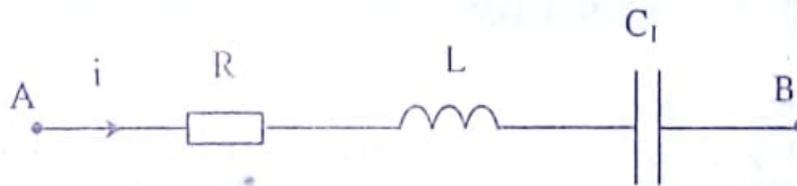
$$\tan \varphi_1 = \frac{-\frac{1}{C_1 \omega}}{R} = -\frac{1}{RC\omega} = -1,73 \Rightarrow \varphi_1 = -60^\circ = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$i_1 = 0,5 \sqrt{2} \sin(100\pi t - \varphi_1)$$

d'où le résultat :

$$i_1 = 0,5 \sqrt{2} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$$

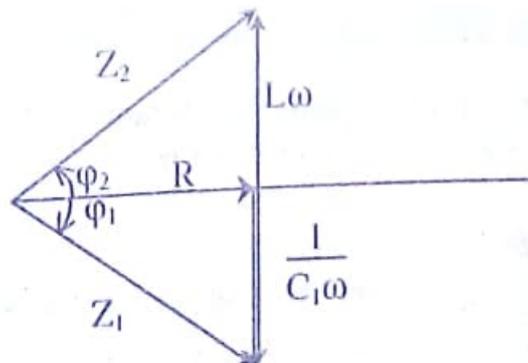
a. Schéma du montage :



Relation entre les impédances  $Z_1$  et  $Z_2$ .

$$\text{On a : } I_1 = I_2 = 0,50 \text{ A, or } I_1 = \frac{U}{Z_1} \text{ et } I_2 = \frac{U}{Z_2} \Rightarrow Z_1 = Z_2$$

Le diagramme de Fresnel est donc le suivant :



b. Valeur de L

$$Z_1^2 = R^2 + \frac{1}{C_1^2 \omega^2}$$

$$Z_2^2 = R^2 + L^2 \omega^2 + -2 \frac{L}{C_1} + \frac{1}{C_1^2 \omega^2}$$

Mais :  $Z_1 = Z_2$  donc :  $Z_1^2 = Z_2^2$  et :

$$R^2 + \frac{1}{C_1^2 \omega^2} = R^2 + L^2 \omega^2 + \frac{1}{C_1^2 \omega^2} - 2 \frac{L}{C_1}$$

$$L^2 \omega^2 - 2 \frac{L}{C_1} = 0$$

$$L^2 \omega^2 = 2 \frac{L}{C_1} \quad \text{d'où : } L = \frac{2}{C_1 \omega^2}$$

$$\text{A.N. : } L = \frac{2}{1,84 \cdot 10^{-5} \cdot (100\pi)^2} = 1,10 \quad ; \quad L = 1,10 \text{ H}$$

c. *Expression de l'intensité.*

$i_2$  est en avance sur  $i_1$  (voir diagramme de Fresnel), d'où le résultat suivant :

$$i_2 = 0,5 \sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})$$

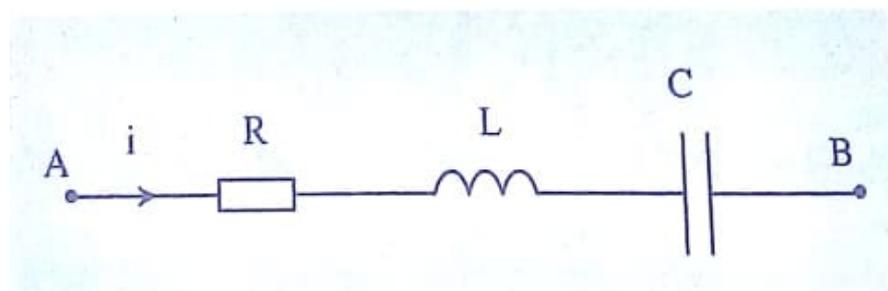
avec  $i_2$ (A) et  $t$ (s)

3.

a. *Calcul de  $C_2$ .*

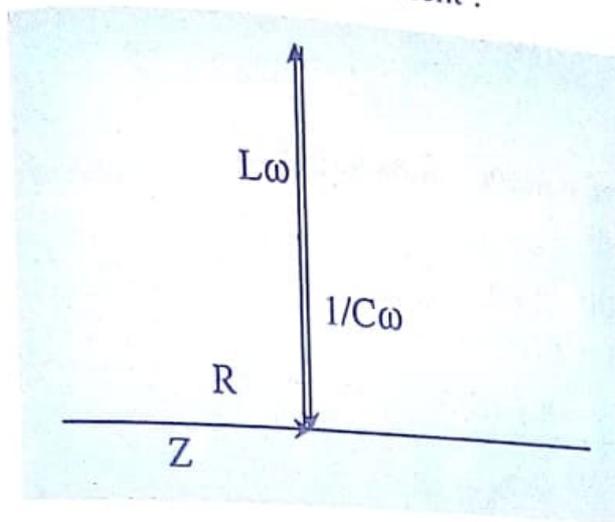
On réalise l'accord de phase entre le courant  $i$  et la tension  $u$  en montant un deuxième condensateur de capacité  $C_2$ .

Schéma de montage :



avec C la capacité équivalente de l'association de  $C_1$  et  $C_2$ .

Le diagramme de Fresnel devient :



$$\text{On a donc : } L\omega = \frac{1}{C\omega} ; \text{ or } L = \frac{2}{C_1\omega^2} \Rightarrow \frac{2}{C_1\omega^2} \omega = \frac{1}{C\omega}$$

$$C = \frac{C_1}{2}$$

C est inférieur à  $C_1$  ,  $C_2$  est donc monté en série avec  $C_1$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \text{ et donc : } C_1 = C_2 = 1,84 \cdot 10^{-5} \text{ F}$$

$$C_1 = C_2 = 18,4 \mu\text{F}$$

b. *Expression de l'intensité instantanée.*

$$u \text{ et } i \text{ sont en phase : } I = \frac{U}{R} = \frac{100}{100} = 1$$

$$I = 1 \text{ A, d'où}$$

$$i = \sqrt{2} \sin(100t)$$

### EXERCICE 3

1. Calcul de l'inductance L de la bobine.

Soit  $\phi$  le flux du champ magnétique à travers la bobine ; on a :

$$\phi = L I \text{ et } \phi = NBS \text{ avec } B = \mu_0 \frac{N}{l} I ; \text{ d'où } L I = N \mu_0 \frac{N}{l} I S \Rightarrow$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S \quad L = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi r^2 ;$$

$$\text{A.N. : } L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{(6 \cdot 10^3)^2 \pi (2,5 \cdot 10^{-2})^2}{30 \cdot 10^{-2}}$$

$$L = 0,3 \text{ H}$$

2.

a. Valeur de la f.é.m. e induite dans la bobine.

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

ainsi pour  $t \in [0 ; 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$  ;

$$e_1 = -0,3 \frac{(-200 - 200) \cdot 10^{-3}}{(2 - 0) \cdot 10^{-2}}$$

$$e_1 = 6 \text{ V}$$

pour  $t \in [2 \cdot 10^{-2} \text{ s} ; 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$ , l'intensité reste constante ; donc  $\frac{di}{dt} = 0$ ,

$$e_2 = 0 \text{ V}$$

pour  $t \in [3 \cdot 10^{-2} \text{ s} ; 5 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$

$$e_2 = -0,3 \frac{(200 - (-200)) \cdot 10^{-3}}{(5 - 3) \cdot 10^{-2}}$$

$$e_2 = -6 \text{ V}$$

b. Représentation graphique de  $u_{AC}(t)$ .

$$u_{AC} = r i + L \frac{di}{dt}$$

$$u_{AC} = r i - e$$

pour  $t \in [0 ; 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$ , on a :  $u_{AC} = r i - e_1$  et

$$i = -\frac{400 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} t + 200 \cdot 10^{-3} = -20 t + 2 \cdot 10^{-1}$$

ainsi donc :  $u_{AC} = 10(-20 t + 0,2) - (+6)$

$$u_{AC} = -200 t - 4$$

pour  $t \in [2 \cdot 10^{-2} \text{ s} ; 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$ ,

$$u_{AC} = r i$$

$$u_{AC} = 10(-200 \cdot 10^{-3})$$

$$u_{AC} = -2 \text{ V}$$

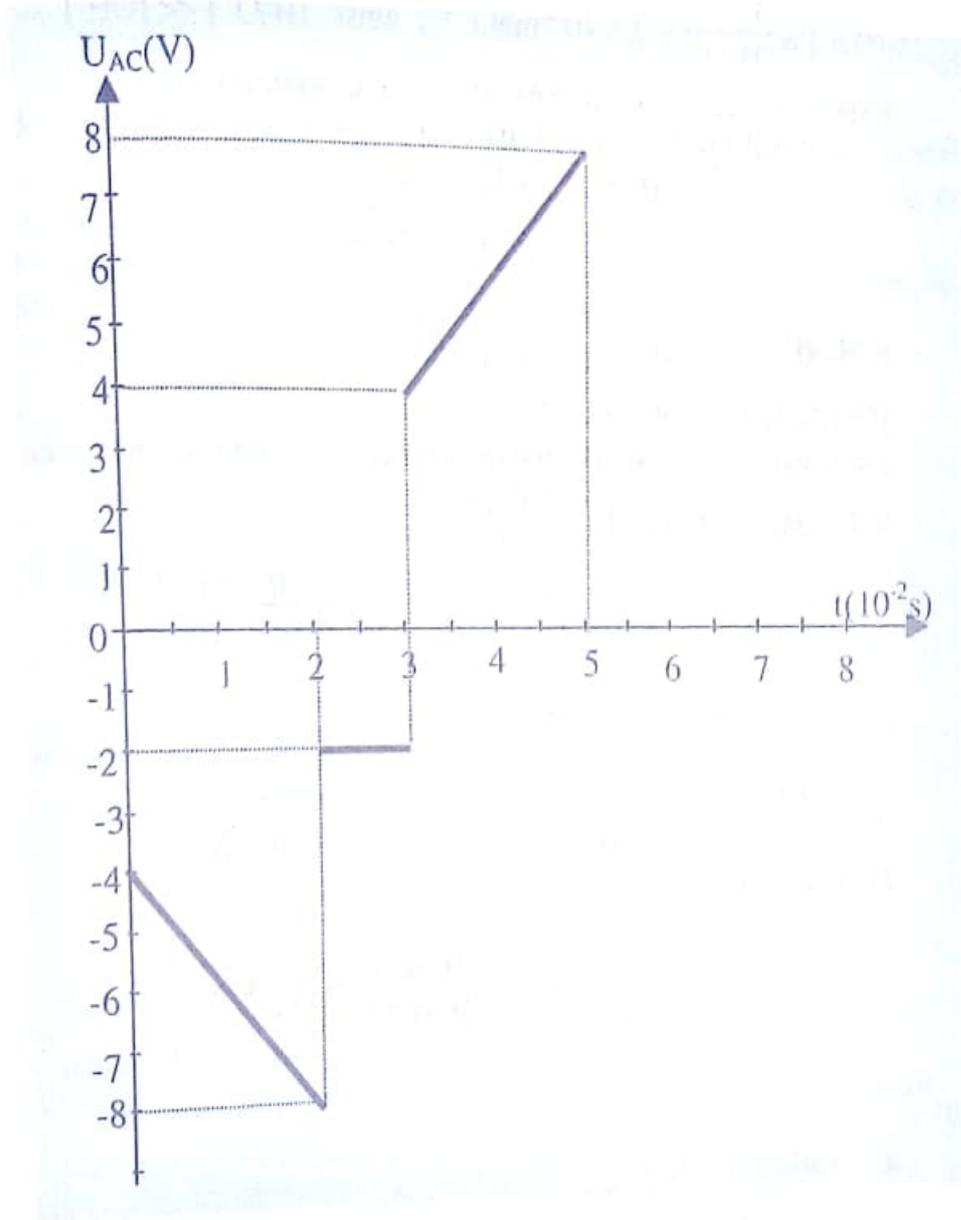
pour  $t \in [3 \cdot 10^{-2} \text{ s} ; 5 \cdot 10^{-2} \text{ s}]$ ,  $u_{AC} = r i - e_2$  et  $i = 20 t + \text{constante}$

à  $t = 4 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ , on a  $i = 0$  d'où  $20 \times 4 \cdot 10^{-2} + \text{cste} = 0 \Rightarrow \text{cste} = -0,8$

d'où :  $i = 20t - 0,8$  et :  $u_{AC} = r i - e_2$   
 $u_{AC} = 10(20t - 0,8) + 6$

$u_{AC} = 200t - 2$

c. Représentation graphique :



## EXERCICE 4

1. Les espèces chimiques présentes dans la solution sont :



$$\text{pH} = 10,4 \text{ d'où } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10,4} = 4 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}, \text{ ainsi } [\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{OH}^-]$$

Expression de la neutralité électrique de la solution :

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$$

$$= [\text{OH}^-] + \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = 2,5 \cdot 10^{-4} + \frac{5 \cdot 10^{-2} \times 40 \cdot 10^{-3}}{(10+40) \cdot 10^{-3}}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Expression de la conservation des espèces chimiques dans la solution :

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] + [\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{(10^{-1} \times 10 \cdot 10^{-3}) + (5 \cdot 10^{-2} \times 40 \cdot 10^{-3})}{50 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 6 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{donc } \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-1} \text{ et } \frac{C_1 V_1}{C_2 V_2} = \frac{10 \cdot 10^{-1}}{5 \cdot 10^{-2} \times 40} = 5 \cdot 10^{-1}$$

D'où le résultat :

$$r = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{C_1 V_1}{C_2 V_2}$$

2.

a. Calcul de  $\log r$ .

$$r = \frac{C_1 V_1}{C_2 V_2} = \frac{10 \times 20}{5 \cdot 10^{-2} \times 40} = 1 \quad \text{d'où } \log r = 0$$

b. Calcul de  $K_a$

Pour  $r = 1$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log r = \text{p}K_a$$

$$\text{pour } V_2 = 20 \text{ cm}^3, \text{ p}K_a = \text{pH} = 10,7 \text{ et donc } K_a = 10^{-\text{p}K_a}$$

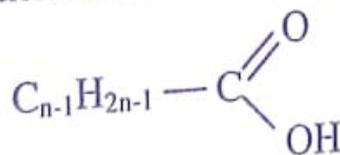
$$K_a = 2 \cdot 10^{-11}$$

- c. *Nature de la solution obtenue.*  
 On a obtenu une solution dans laquelle les concentrations de l'acide faible et de sa base conjuguée sont égales.  
 Il s'agit d'une solution tampon.  
 Le pH d'une telle solution est :
- insensible à la dilution,
  - très peu sensible à l'addition d'un acide ou d'une base en quantité modérée.

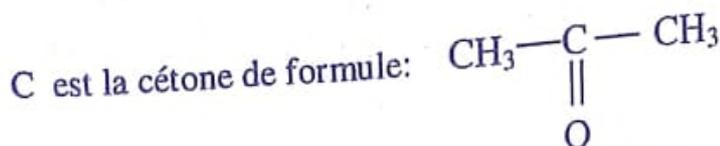
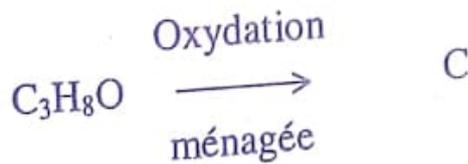
3. La deuxième proposition est la bonne, car la réaction serait effectivement une réaction acide – base. Dans la première proposition, nous aurions le mélange d'un acide fort avec un acide faible.  
 En effet la neutralisation d'une base faible par un acide fort passe par des mélanges tampon.

### EXERCICE 5

1. Formule générale du monoacide A.  
 La formule générale du monoacide A est :



2. Formules et noms de B et C.  
 B : alcool de formule brute  $C_3H_8O$

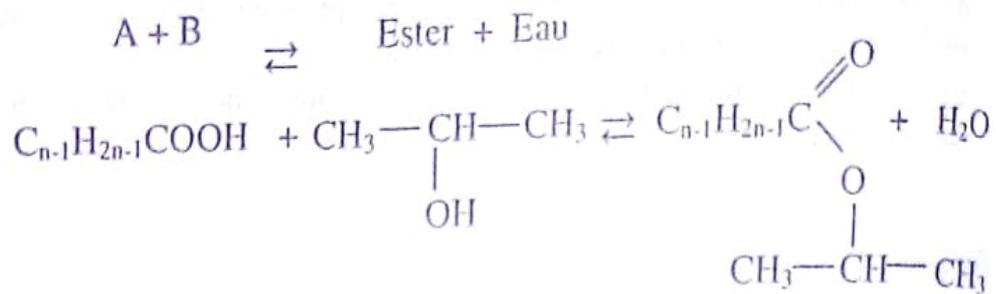


C est la propanone

B est donc un alcool secondaire de formule :  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

B est le propan-2-ol ou propanol-2

a. Equation de la réaction d'estérification :

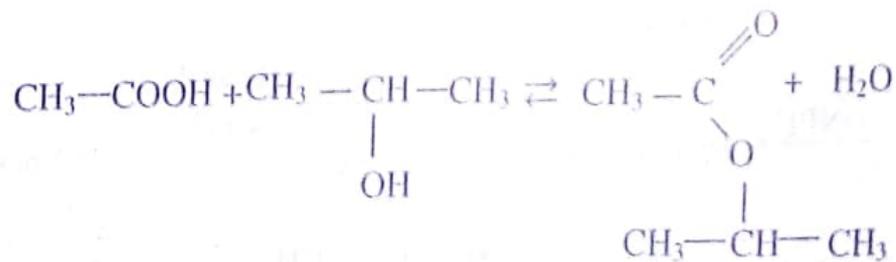


La formule générale de l'ester est :  $\text{C}_{n+3}\text{H}_{2n+6}\text{O}_2$ .

$$\begin{aligned} M &= (n+3)M(\text{C}) + (2n+6)M(\text{H}) + 2M(\text{O}) \\ &= 12(n+3) + (2n+6) + 2 \times 16 \\ &= 12n + 36 + 2n + 6 + 32 \\ &= 14n + 74 \end{aligned}$$

$$M = 102 \quad \text{d'où } n = \frac{102 - 74}{14} = 2 ; \quad n = 2$$

Ainsi l'équation de la réaction est :



Le nom de l'ester est :

l'éthanoate d'isopropyle.

b. Formule et nom de A :  $\text{CH}_3-\text{COOH}$

Acide éthanoïque

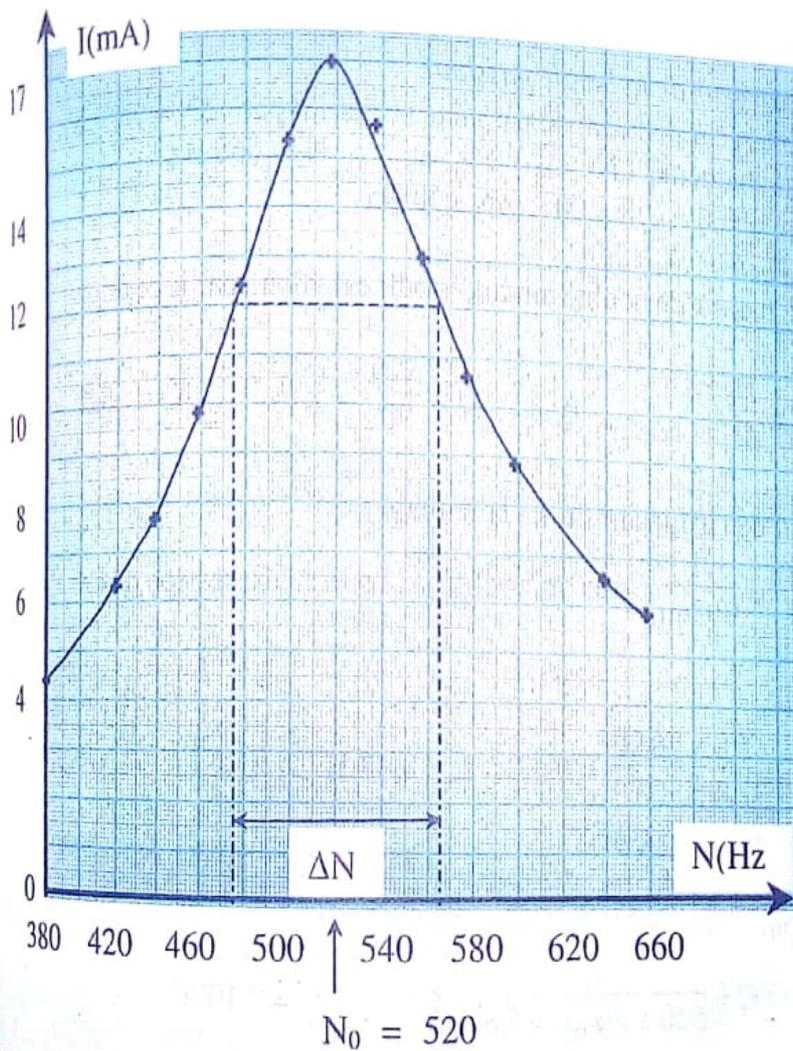
EXERCICE 1...

Formule de l'impédance du dipôle MP.

Le dipôle MP est un circuit (R,L,C) série. L'expression de son impédance est :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

a. Tracé de la courbe d'intensité  $I = f(N)$



b. Valeur  $N_0$  de la fréquence à la résonance  
 A la résonance  $I$  est maximale. D'après la courbe  
 $N_0 = 520 \text{ Hz}$

c. Intensité efficace  $I_0$  à la résonance

A la résonance  $Z = R$ ;  $U = RI_0$  d'où  $I_0 = \frac{U}{R}$

A.N.  $I_0 = \frac{4,5}{264,6} = 17$  ;  $I_0 = 17 \text{ mA}$

3.

a. Calcul des intensités  $I_1$  et  $I_2$  correspondant à  $N_1$  et  $N_2$ .

$$I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

A.N.  $I_1 = I_2 = \frac{17}{\sqrt{2}} = 12$

$$I_1 = I_2 = 12 \text{ mA}$$

b. • Largeur de la bande passante

La largeur de la bande passante se définit par  $\Delta N = N_2 - N_1$   
 Graphiquement  $N_1 = 478 \text{ Hz}$  et  $N_2 = 568 \text{ Hz}$   
 $\Delta N = 568 - 478 = 90$  ,  $\Delta N = 90 \text{ Hz}$

• Facteur de qualité

Le facteur de qualité du dipôle MP est donné par la relation

4.  $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$       A.N.:  $Q = \frac{520}{90} = 5,78$  ,  $Q \approx 5,8$

• Calcul de l'inductance  $L$  de la bobine:

$$Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} \text{ avec } \omega_0 = 2\pi N_0, \text{ on tire l'expression de } L:$$

$$L = \frac{QR}{2\pi N_0}$$

A.N.  $L = \frac{5,8 \times 264,6}{2\pi \times 520} = 0,47$  ;  $L = 0,47 \text{ H}$

• Calcul de la capacité  $C$ .

$$C = \frac{1}{RQ\omega_0} = \frac{1}{RQ2\pi N_0}$$

A.N.:  $C = \frac{1}{520 \times 264,6 \times 5,8} = 2 \cdot 10^{-7}$  ;  $C = 2 \cdot 10^{-7} \text{ F}$

$$C = 0,2 \mu\text{F}$$

## EXERCICE 2

Expression de la vitesse de la sphère après une chute de hauteur  $h$

La seule force appliquée à la bille est la force de pesanteur  $\vec{P} = m \vec{g}$ .

Par application du théorème de l'énergie cinétique  $\Delta E_c = \sum W(\vec{f})$ , on obtient:

$$E_{c_f} - E_{c_i} = W(\vec{P}) \quad \frac{1}{2} m V^2 - 0 = mgh \quad ; \quad V = \sqrt{2gh}$$

$$\text{A.N. } V = \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,5} = 3,13$$

$$V = 3,13 \text{ ms}^{-1}$$

a. *Signe de la charge  $q$  portée par la sphère A.*

La sphère est soumise à son poids  $\vec{P}$  et à la force électrique  $\vec{F} = q \vec{E}$  horizontale de même sens que  $\vec{E}$ .

La charge  $q$  est positive.

b. *Equation de la trajectoire.*

On considère le référentiel galiléen terre  $m, n, i$  d'un repère orthonormé engendrant les axes  $Ox$  et  $Oy$ .

Appliquons le théorème du centre d'inertie.

$$\vec{P} + \vec{F} = m \vec{a} \quad \text{soit} \quad m \vec{g} + q \vec{E} = m \vec{a}$$

$$\text{d'où} \quad \vec{a} = \vec{g} + \frac{q}{m} \vec{E} \quad (1)$$

à  $t = 0$ ; la charge est immobile au point  $O \begin{pmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{pmatrix}$

Projetons (1) sur les axes  $Ox$  et  $Oy$

$$\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = \frac{qE}{m} \\ a_y = g \end{pmatrix} ; \quad \vec{v} \begin{pmatrix} v_x = \frac{qE}{m} t \\ v_y = gt \end{pmatrix} ; \quad \vec{OM} \begin{pmatrix} x = \frac{qE}{2m} t^2 \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix} \begin{matrix} (a) \\ (b) \end{matrix}$$

(a) entraîne que :  $t^2 = \frac{2m}{qE} x$  ; d'où  $y = \frac{2gm}{2qE} x = \frac{gm}{qE} x$

$$y = \frac{gm}{qE} x \quad (2)$$

Nature du mouvement de la sphère.

(2) est l'équation d'une droite, de coefficient directeur

$$\frac{gm}{qE} = 12,25.$$

Le vecteur accélération  $a$  pour valeur  $a$  :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$$

$$\text{A.N. } a = \sqrt{(9,8)^2 + \left(\frac{4 \cdot 10^{-7} \times 10^4}{0,005}\right)^2} = 9,84$$

$$a = 9,84 \text{ ms}^{-2}$$

$a$  étant constante et la trajectoire une droite,

**le mouvement est rectiligne uniformément varié.**

Coordonnées du point B d'arrivée de la sphère après la chute de dénivellation  $h$ .

D'après la relation (2)  $h = y = \frac{gm}{qE} x$  d'où  $x = \frac{qEh}{mg}$ .

Donc le point B a pour coordonnées :

$$B \begin{pmatrix} x = \frac{qEh}{mg} \\ y = h \end{pmatrix}$$

$$\text{A.N. } x = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10^4 \cdot 0,5}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8} = 0,04$$

$$x = 0,04 \text{ m}$$

$$y = 0,5 \text{ m ;}$$

$$B \begin{pmatrix} 0,04 \\ 0,5 \end{pmatrix}$$

Caractéristiques du vecteur vitesse  $\vec{v}$  au point B

D'après la relation (a)  $t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$V_{x0} = \frac{qE}{m} t = \frac{qE}{m} \sqrt{\frac{2h}{g}}$  et  $V_{y0} = gt = g \sqrt{\frac{2h}{g}}$

A.N.  $V_{x0} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10^4}{5 \cdot 10^{-3}} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{9,8}} = 0,255$

$V_{y0} = 9,8 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{9,8}} = 3,13$

$V_{x0} = 0,255 \text{ ms}^{-1}$  et  $V_{y0} = 3,13 \text{ ms}^{-1}$  ;  $\vec{v}_0 \begin{pmatrix} 0,255 \\ 3,13 \end{pmatrix}$

$V_0 = \sqrt{V_{x0}^2 + V_{y0}^2}$

A.N.  $V_0 = \sqrt{0,255^2 + 3,13^2} = 3,14$        $V_0 = 3,14 \text{ ms}^{-1}$

$\text{tg} \alpha = \frac{V_{x0}}{V_{y0}} = \frac{qE}{mg}$

$\text{tg} \alpha = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10^4}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8} = 0,0814$  ;  $\alpha = 4,6^\circ \cong 8 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$

Les caractéristiques de  $\vec{v}_0$  sont donc :

- Sa direction :  $\vec{v}_0$  fait un angle  $\alpha = 4,6^\circ$  avec la verticale
- Son sens : vers le bas
- Sa valeur (norme) :  $V_0 = 3,14 \text{ ms}^{-1}$

### EXERCICE 3

a. Concentrations molaires

Soit AH l'acide carboxylique et A<sup>-</sup> sa base conjuguée.

Les espèces chimiques présentes : H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ; OH<sup>-</sup> ; A<sup>-</sup> ; AH ; H<sub>2</sub>O

• Définition du pH.

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$

$\text{pH} = 2,9$      $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,9} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

• Produit ionique de l'eau :  $[H_3O^+][OH^-] = K_e$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1,25 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-12}$$

$$[OH^-] = 8 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

• Expression de la neutralité électrique de la solution:

$$[A^-] + [OH^-] = [H_3O^+] \text{ avec } [OH^-] \ll [H_3O^+]$$

$$\text{d'où } [A^-] = [H_3O^+] = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

• Conservation des espèces chimiques présentes dans la solution  $[AH]$

$$+ [A^-] = C \Rightarrow [AH] = C - [A^-]$$

$$[AH] = 10^{-2} - 1,25 \cdot 10^{-3} = 8,75 \cdot 10^{-3}$$

$$[AH] = 8,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

• vérification du pKa

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]} \text{ d'où } pK_a = pH - \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

$$pK_a = 2,9 - \log \frac{1,25 \cdot 10^{-3}}{8,75 \cdot 10^{-3}} = 3,74$$

b.

• Masse molaire M de l'acide carboxylique

$$C = \frac{n(\text{quantité de matière})}{V(\text{volume})} \quad n = \frac{m}{M} \text{ d'où } M = \frac{m}{C \cdot V}$$

$$\text{A.N. } M = \frac{0,23}{10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-1}} = 46$$

$$M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

• Formule et nom de l'acide carboxylique.

AH est un acide carboxylique de formule générale :  $R-CO_2H$  ou



$$M = 12n + 2n + 1 + 45 = 46 \text{ d'où } n = 0$$

AH a pour formule



acide méthanoïque ou acide formique.

### 2. Volume de soude à l'équivalence

A l'équivalence, le nombre de moles  $n_{OH^-}$  apportées par la soude est égal au nombre de moles  $n_{AH}$  dans la solution acide.

$$n_{OH^-} = n_{AH} \quad \text{avec} \quad n_{OH^-} = C_B V_B \quad \text{et} \quad n_{AH} = C_A V_A$$

$$C_B V_B = C_A V_A \quad \text{d'où} \quad V_B = \frac{C_A V_A}{C_B}$$

$$\text{A.N.} \quad V_B = \frac{10^{-2} \times 20}{2 \cdot 10^{-2}} = 10$$

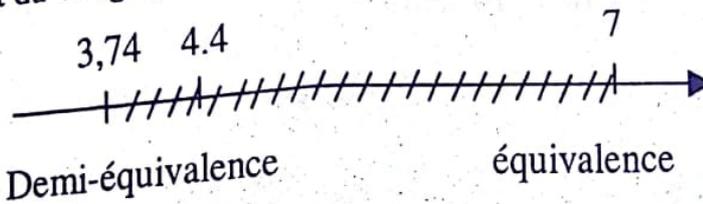
$$V_B = 10 \text{ cm}^3$$

### 3. Hypothèse correcte

**"Je suis entre la demi équivalence et l'équivalence"**

Justification : à l'équivalence  $pH > 7$  (réaction acide faible - base forte).  
A la demi-équivalence  $pH = pK_a = 3,74$ .

Au moment du virage  $pH = 4,4$  compris entre  $pH = pK_a = 3,74$  et  $pH = 7$ .



### 4. Volume de soude versée

$V_A = 20 \text{ cm}^3$  (volume d'acide) et  $V'$  (volume de soude versée)

Espèces chimiques dans le mélange :  $Na^+$  ;  $H_3O^+$  ;  $A^-$  ;  $OH^-$  ;  $AH$  ;  $H_2O$ .

Expression de la concentration des espèces chimiques :

- $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$$pH = 4,4 \Rightarrow [H_3O^+] = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Produit ionique de l'eau :  $[H_3O^+].[OH^-] = K_e$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{4 \cdot 10^{-5}} = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

- $Na^+$  est un ion indifférent.

$$[Na^+] = \frac{C_B V'}{V_A + V'} = \frac{2 \cdot 10^{-2} V'}{V_A + V'}$$

Expression de la neutralité électrique de la solution :

$$[A^-] + [OH^-] = [H_3O^+] + [Na^+]$$

$$[A^-] = [Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-] = 2 \cdot 10^{-2} \frac{V'}{V_A + V'} + 4 \cdot 10^{-5} - 2,5 \cdot 10^{-10}$$

On peut négliger  $4 \cdot 10^{-5}$  et  $2,5 \cdot 10^{-10}$  par rapport à  $2 \cdot 10^{-2} \frac{V'}{V_A + V'}$ . En effet,

étant entre la demi-équivalence et l'équivalence,

$$5 \text{ cm}^3 < V' < 10 \text{ cm}^3$$

$$\text{Soit } 4 \cdot 10^{-3} < 2 \cdot 10^{-2} \frac{V'}{V_A + V'} < 8 \cdot 10^{-3}$$

$$[A^-] = \frac{2 \cdot 10^{-2} V'}{V_A + V'}$$

Expression de la conservation des espèces chimiques.

$$[AH]_i = [AH] + [A^-] \Rightarrow [AH] = [AH]_i - [A^-]$$

$$[AH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V'} - \frac{C_B V'}{V_A + V'} = \frac{10^{-2} \cdot V_A}{V_A + V'} - \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot V'}{V_A + V'}$$

$$\text{or } K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} \text{ d'où } K_a \cdot [AH] = [H_3O^+][A^-]$$

$$\text{soit } K_a \left( \frac{C_A V_A}{V_A + V'} - \frac{C_B V'}{V_A + V'} \right) = [H_3O^+] \cdot \frac{C_B V'}{V_A + V'}$$

$$K_a (C_A V_A - C_B V') = [H_3O^+] C_B V'$$

$$K_a C_A V_A = [H_3O^+] C_B V' + K_a C_B V'$$

$$V' = \frac{K_a C_A V_A}{C_B ([H_3O^+] + K_a)}$$

$$\text{A.N.: } V' = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 20}{2 \cdot 10^{-2} (4 \cdot 10^{-5} + 10^{-3,74})} = 8,2$$

$$V' = 8,2 \text{ cm}^3$$

## EXERCICE 4

1. • Masse molaire de (E)

Formule générale d'un ester  $C_x H_y O_z$  avec  $z = 2$

$$\frac{12x}{M} = 64,6\% ; \quad \frac{y}{M} = 10,8\% ; \quad \frac{32}{M} = 24,6\%$$

$$\frac{32}{M} = \frac{24,6}{100} \quad \text{d'où } M = \frac{32 \cdot 100}{24,6} \quad M = 130 \text{ g mol}^{-1}$$

- Formule brute de (E)

$$\frac{12x}{M} = \frac{64,6}{100} \quad \text{d'où } x = \frac{64,6 \cdot 130}{12 \cdot 100} = 7$$

$$\frac{y}{M} = \frac{10,8}{100} \quad \text{d'où } y = \frac{10,8 \cdot 130}{100} = 14$$

L'ester a pour formule brute  $C_7 H_{14} O_2$

2. a. Type de réaction et ses caractéristiques

**Il s'agit de l'hydrolyse d'un ester.  
C'est une réaction lente, limitée, athermique.**

b. Fonctions chimiques des corps obtenus  
ester + eau  $\rightleftharpoons$  A + B

**A, B : alcool et acide carboxylique.**

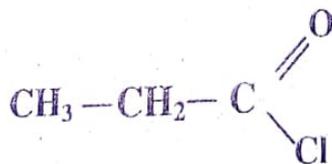
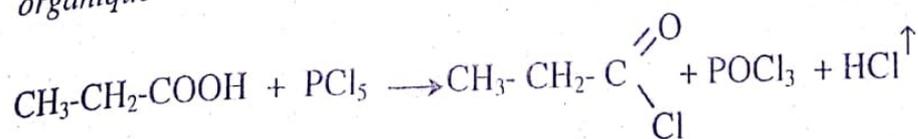
3. a. Formule semi-développée et nom du corps A

La solution de A conduit le courant électrique : la solution de A est un électrolyte.  
Le bleu de bromothymol vire au jaune en milieu acide : A est un acide.

A :  $C_3H_6O_2$  acide carboxylique

**$CH_3-CH_2-COOH$  acide propanoïque**

b. Fonction chimique, nom, et formule semi-développée du composé organique obtenu.

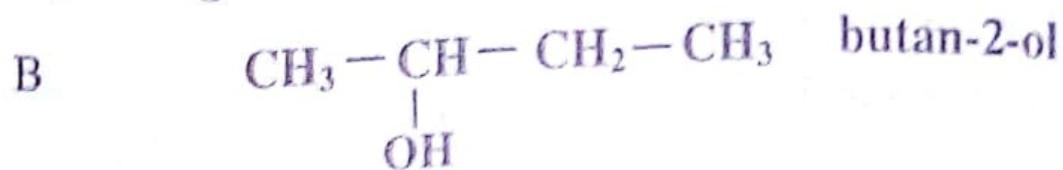
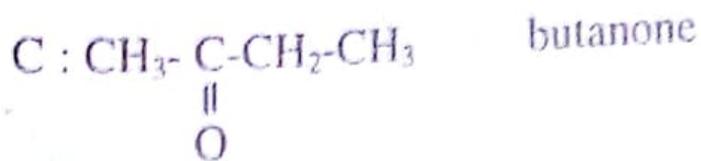


**Chlorure de propanoyle**

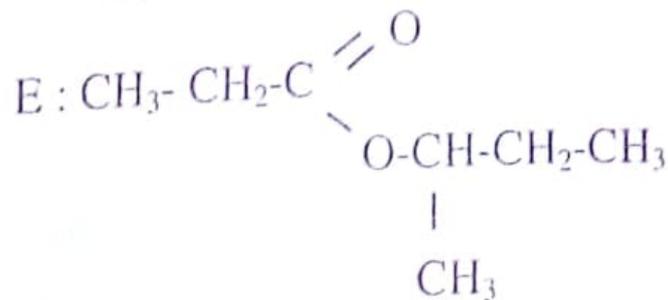
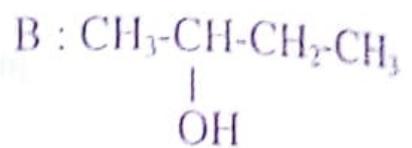
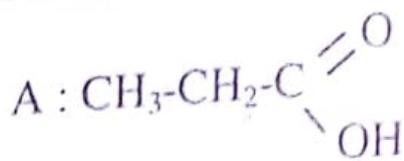
C'est un chlorure d'acyle ou chlorure d'acide.

4. Formule semi-développée de B

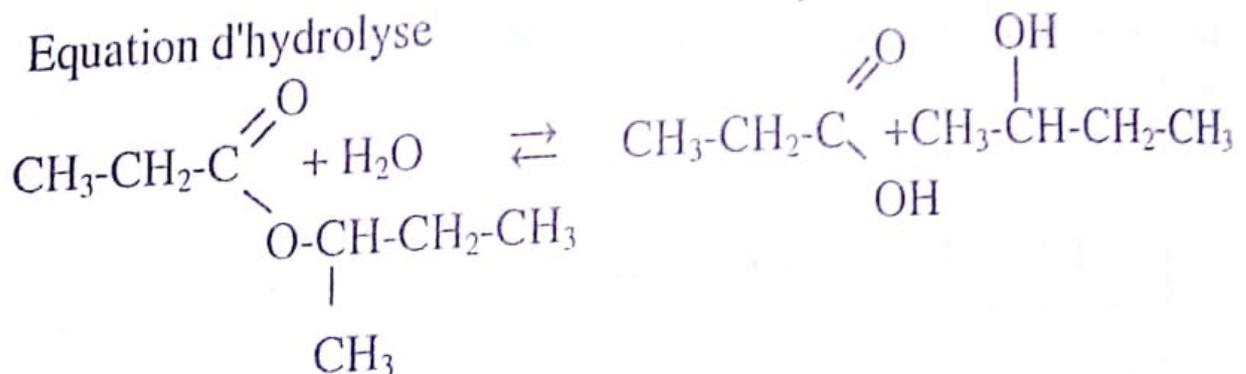
Réaction positive avec la DNPH : le corps C contient un groupe carbonyle.  
C est une cétone car il ne réduit pas l'ion diamine argent, B est un alcool secondaire en  $C_4$  (car l'ester est en  $C_7$  et l'acide en  $C_3$ ).



5. Formule semi-developpée de l'ester

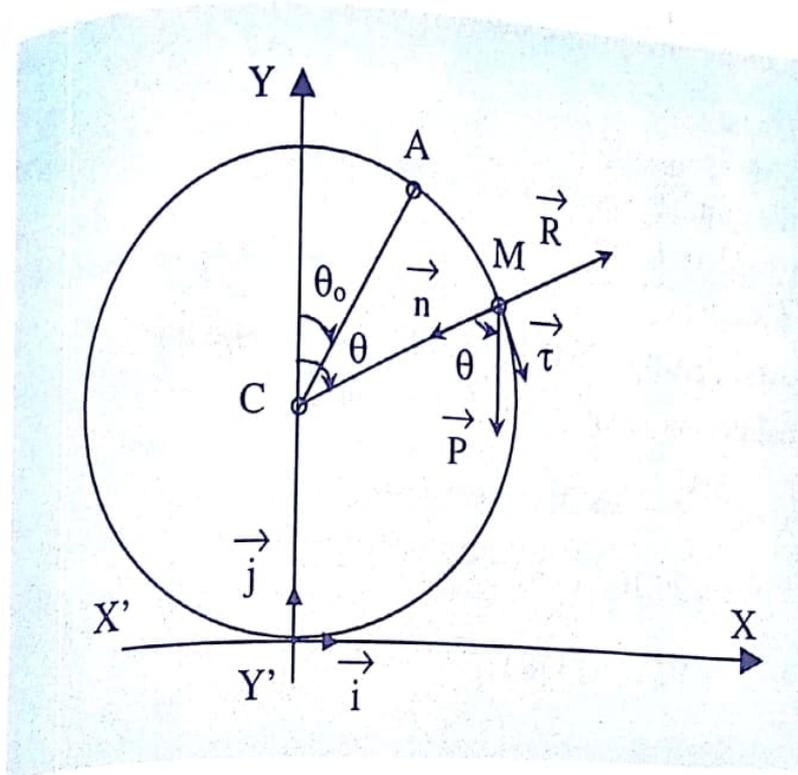


Equation d'hydrolyse



EXERCICE 1

1.



\* Système : Bille de masse  $m$ .

\* Forces appliquées au système :  $\vec{P}$ ,  $\vec{R}$ .

\* Etude dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Appliquons le théorème du centre d'inertie à la bille lorsqu'elle est en M.

$$\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$$

Déterminons les coordonnées de ces vecteurs dans la base de Fresnel

$$(\vec{\tau}, \vec{n})$$

$$\vec{P} = mg \sin \theta \vec{\tau} + mg \cos \theta \vec{n}, \quad \vec{R} = 0 \vec{\tau} + (-R) \vec{n},$$

$$\vec{a} = \frac{dV}{dt} \vec{\tau} + \frac{V^2}{r} \vec{n} \text{ d'où on a la relation :}$$

$$mg \cos \theta - R = m \frac{V^2}{r} \quad (1)$$

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et M.

$$E_{CM} - E_{CA} = W_{AM}(\vec{P}) + W_{AM}(\vec{R}) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} mV^2 - 0 = mg.r(\cos\theta_0 - \cos\theta) + 0 \quad (2)$$

$$\text{D'après (1), on a : } R = mg.\cos\theta - m\frac{V^2}{r},$$

$$\text{D'après (2), on a : } m\frac{V^2}{r} = 2 mg.r(\cos\theta_0 - \cos\theta)$$

(1) et (2) donnent :

$$R = mg.(3\cos\theta - 2\cos\theta_0).$$

En B, la bille quitte la sphère, on a alors :  $R = 0$ ,

$$\text{d'où : } (3\cos\theta_1 - 2\cos\theta_0) = 0$$

$$\Rightarrow \cos\theta_1 = \frac{2}{3} \cos\theta_0$$

$$\text{A.N. : } \theta_0 = 10^\circ, \cos\theta_1 = \frac{2}{3} \cos 10^\circ = 0,66; \text{ d'où } \theta_1 = 49^\circ$$

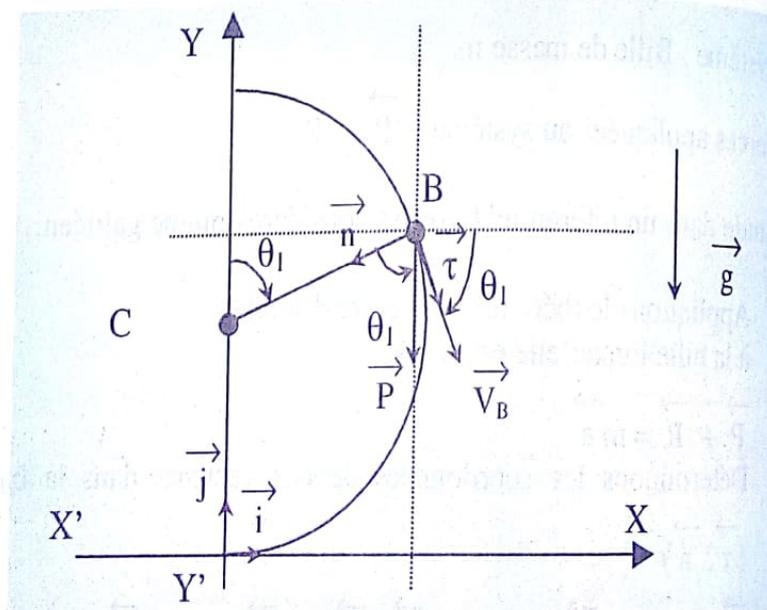
Calculons maintenant la vitesse de la bille en B.

$$mg.\cos\theta_1 - 0 = \frac{mV_B^2}{r} \Rightarrow V_B^2 = g.r \cos\theta_1$$

$$\text{A.N. : } V_B = (9,8 \times 20 \cdot 10^{-2} \times \cos 49^\circ)^{1/2} = 1,13;$$

$$\mathbf{V_B = 1,13 \text{ m.s}^{-1}}$$

2.



$$B \begin{cases} x_B = r \sin \theta_1 = 0,151 \text{ m} \\ y_B = r(1 + \cos \theta_1) = 0,331 \text{ m} \end{cases}$$

$$\vec{V}_B \begin{cases} V_{xB} = V_B \cos \theta_1 = 0,745 \text{ m/s} \\ V_{yB} = -V_B \sin \theta_1 = -0,855 \text{ m/s} \end{cases}$$

Lorsque la bille quitte la sphère, elle n'est plus soumise qu'à son poids.  
Système : bille,

Forces appliquées au système :  $\vec{P}$ ,

Etude dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Appliquons le théorème du centre d'inertie à la bille au moment où celle-ci quitte la sphère.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a}$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x \\ a_y \end{cases} \quad \vec{g} \begin{cases} 0 \\ -g \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{a} \\ (i, j) \end{cases} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \vec{v} \\ (i, j) \end{cases} \begin{cases} V_x = V_{xB} \\ V_y = -gt + V_{yB} \end{cases} \rightarrow$$

$$\begin{cases} x = V_{xB} \cdot t + x_B \\ y = -1/2 g \cdot t^2 + V_{yB} \cdot t + y_B \end{cases}$$

par la valeur de  $x$ , on déduit :  $t = \frac{x - x_B}{V_{xB}}$

d'où  $y = -1/2 \cdot g \cdot \left(\frac{x - x_B}{V_{xB}}\right)^2 + V_{yB} \cdot \left(\frac{x - x_B}{V_{xB}}\right) + y_B$  ;

en développant, on a :

$$y = -1/2 g \frac{x^2 + x_B^2 - 2xx_B}{V_{xB}^2} + \frac{V_{yB}(x - x_B)}{V_{xB}} + y_B$$

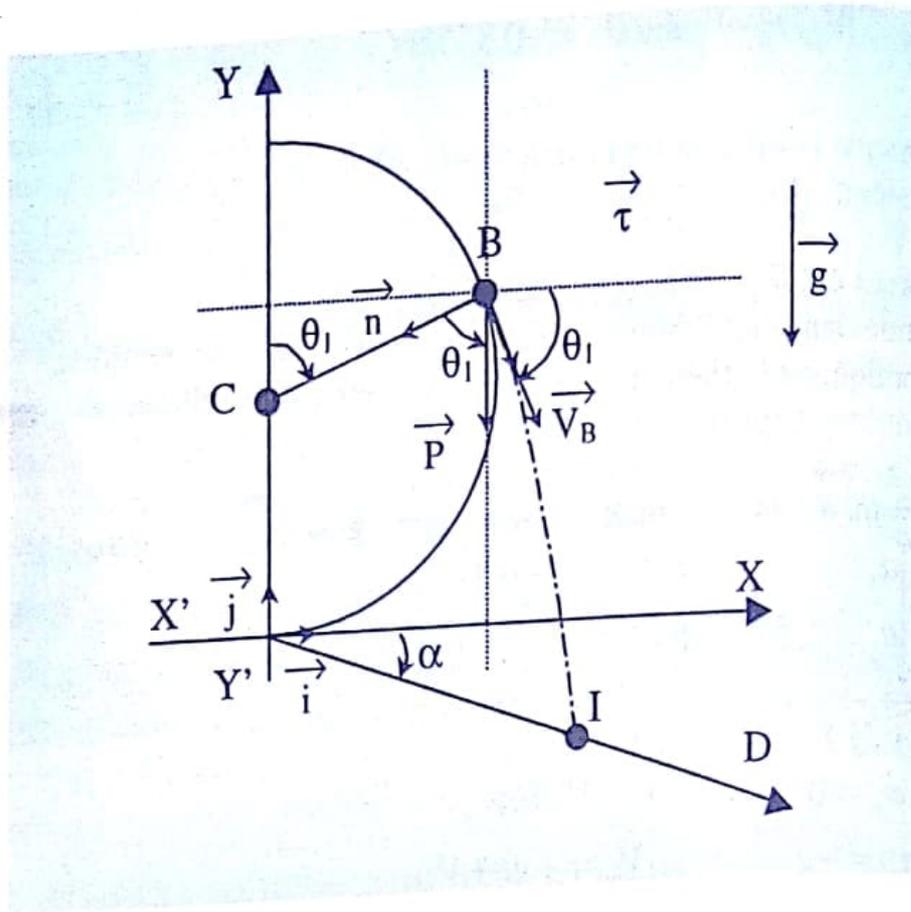
$$y = -\frac{g}{2V_{xB}^2} x^2 + \left(\frac{V_{yB}}{V_{xB}} + \frac{g \cdot x_B}{V_{xB}^2}\right) x - \frac{x_B \cdot g}{2V_{xB}^2} - \frac{V_{yB} \cdot x_B}{V_{xB}} + y_B$$

$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $x_B = 0,151 \text{ m}$  ;  $y_B = 0,331 \text{ m}$  ;  $V_{xB} = 0,745 \text{ m.s}^{-1}$  ;

$V_{yB} = -0,855 \text{ m.s}^{-1}$

d'où la relation :

$$y = -8,83 x^2 + 1,518 x + 0,303$$



Déterminons les coordonnées du point I dans le repère  $(O; \vec{i}, \vec{j})$ .  
L'équation de la droite (D) dans ce repère est :

$$y = -x \cdot \operatorname{tg} \alpha = -(\operatorname{tg} 15^\circ) \cdot x = -0,268x$$

Le point d'impact I de la bille est l'intersection de sa trajectoire avec la droite (D).

D'où la relation :

$$\begin{aligned} -8,83x^2 + 1,518x + 0,303 &= -0,268x \Rightarrow \\ -8,83x^2 + 1,786x + 0,303 &= 0 \end{aligned}$$

Cette équation admet deux solutions :

$$X_1 = -0,110 \text{ m} \quad \text{et} \quad X_2 = 0,312 \text{ m}.$$

Or l'abscisse de I est positive, par conséquent  $X_1 = X_2 = 0,312 \text{ m}$

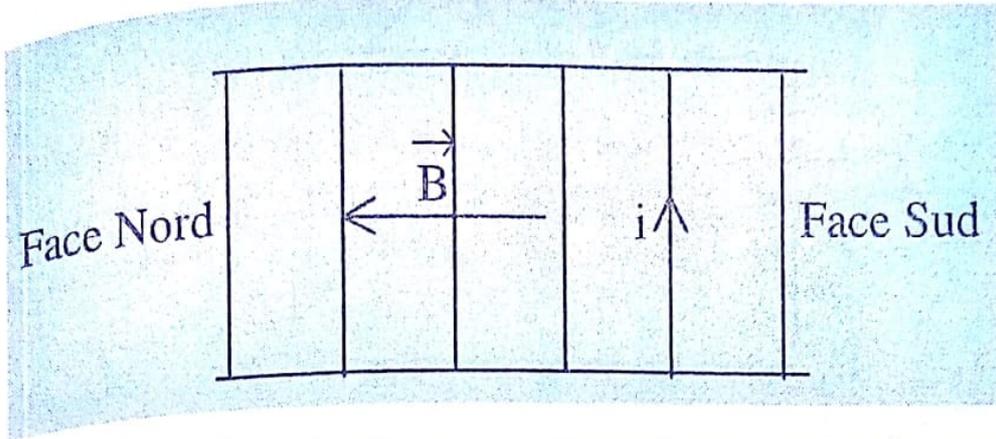
$$\text{Donc : } Y_1 = -8,83(0,312)^2 + (1,518 \times 0,312) + 0,303 = -8,29 \cdot 10^{-2}$$

$$Y_1 = -8,29 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\boxed{X_1 = 31,2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad Y_1 = -8,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

## EXERCICE 2

1. Caractéristiques du champ  $\vec{B}$  à l'intérieur du solénoïde



**Direction :** parallèle à l'axe de la bobine.  
**Sens :** de la face Sud vers la face Nord.  
**Valeur :**  $B = \mu_0 \cdot n \cdot i$

2. Calcul du coefficient d'auto-inductance  $L$

Soit  $\phi$  le flux du champ  $\vec{B}$  à travers le solénoïde.

$$\phi = NBS \text{ et } \phi = L \cdot i \quad ; \text{ or } B = \mu_0 \cdot n \cdot i \text{ et } n = \frac{N}{l}$$

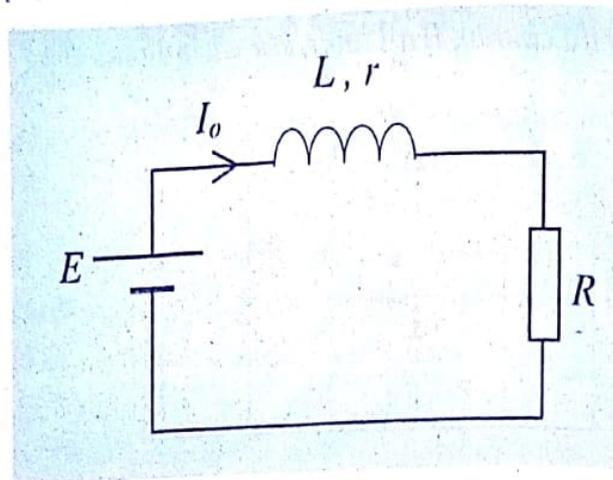
$$\text{d'où } n l B \pi \frac{d^2}{4} = L \cdot i \Leftrightarrow n l \mu_0 \cdot n \cdot i \pi \frac{d^2}{4} = L \cdot i$$

$$\Rightarrow L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot l \cdot \pi \frac{d^2}{4}$$

$$\text{A.N.: } L = 4 \pi \cdot 10^{-7} \cdot (2 \cdot 10^3)^2 \cdot 50 \cdot 10^{-2} \cdot \pi \cdot \frac{(8 \cdot 10^{-2})^2}{4} = 12,6 \cdot 10^{-3}$$

$$L = 12,6 \text{ mH}$$

a. Expression de l'intensité  $I_0$  en régime permanent

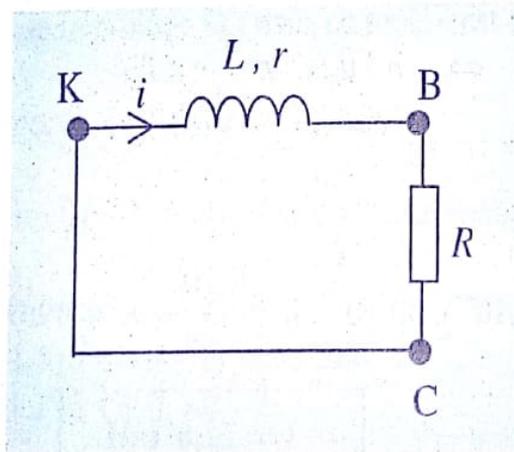


En régime constant (ou continu) une bobine se comporte comme un conducteur ohmique.

Expression de l'intensité par utilisation de la loi de POUILLET:

$$I_0 = \frac{E}{r + R}$$

b. Equation différentielle à laquelle obéit l'intensité dans le circuit :



Le sens du courant auto-induit est tel qu'il s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.

Ici le courant auto-induit s'oppose à l'annulation du courant. Il circule donc de K vers B.

La loi des mailles pour le circuit s'écrit :

$$r \cdot i + L \frac{di}{dt} + R \cdot i = 0$$

L'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  dans le circuit est donc :

$$(r + R).i + L \frac{di}{dt} = 0 \quad (1)$$

- Vérifions que la solution de cette équation est de la forme :  $i = I_0 e^{-t/a}$

$$i = I_0 e^{-t/a} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{I_0}{a} e^{-t/a}$$

$$\text{De la relation (1) on tire: } (r + R) I_0 e^{-t/a} - \frac{L I_0}{a} e^{-t/a} = 0$$

$$\Rightarrow I_0 e^{-t/a} \left( r + R - \frac{L}{a} \right) = 0 \text{ cette égalité est vérifiée si } \left( r + R - \frac{L}{a} \right) = 0$$

$$\text{Ce qui donne } a = \frac{L}{R+r} \text{ et } i = I_0 e^{-\frac{R+r}{L}t}$$

#### 4. Valeur de la résistance de la bobine

$$U_R = U_{BC} = R.i$$

$$\text{à } t = t_1, \text{ on a : } U_R = \frac{90}{100} R I_0 = R I_0 e^{-\frac{t_1}{a}} \Rightarrow e^{-\frac{t_1}{a}} = \frac{90}{100} \quad (1)$$

$$\text{à } t = t_2, \text{ on a : } U_R = \frac{10}{100} R I_0 = R I_0 e^{-\frac{t_2}{a}} \Rightarrow e^{-\frac{t_2}{a}} = \frac{10}{100} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{e^{-\frac{t_1}{a}}}{e^{-\frac{t_2}{a}}} = \frac{\frac{90}{100}}{\frac{10}{100}} = 9 \quad \Rightarrow \quad e^{-\frac{t_2-t_1}{a}} = 9$$

$$\ln(e^{-\frac{\Delta t}{a}}) = \ln(9) \Rightarrow \Delta t = a \ln(9) = \frac{L}{r+R} \ln(9)$$

$$\Rightarrow r \Delta t + R \Delta t = L \ln(9) \text{ d'où :}$$

$$r = \frac{L \ln(9)}{\Delta t} - R \quad ;$$

$$\text{A.N. : } L = 1,26 \cdot 10^{-2} \text{ H} \quad , \quad \Delta t = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad , \quad R = 10 \Omega$$

$$r = \frac{1,26 \cdot 10^{-2} \times \ln(9)}{1,53 \cdot 10^{-3}} - 10 = 8 \Rightarrow$$

$$r = 8 \Omega$$

## EXERCICE 3

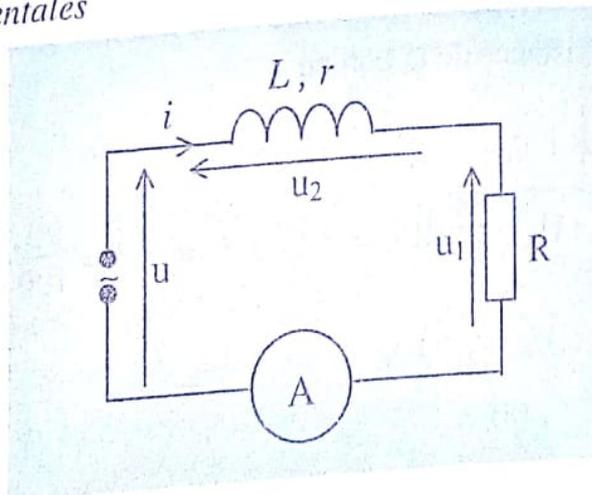
1. Expression de la tension instantanée

$$f = 50 \text{ Hz} \quad \text{et} \quad U = 220 \text{ V} \quad \text{alors} \quad u = U\sqrt{2} \cos(2\pi ft + \varphi)$$

à  $t = 0$ ,  $u = U\sqrt{2} \cos\varphi = U\sqrt{2} \Rightarrow \cos\varphi = 1 \rightarrow \varphi = 0$ ; d'où le résultat :

$$u = 220\sqrt{2} \cos(314 t)$$

2. a. Expression des impédances  $Z_1$ ,  $Z_2$ , et  $Z$  en fonction des données expérimentales



$$Z_1 = \frac{U_1}{I}; \quad Z_2 = \frac{U_2}{I}; \quad Z = \frac{U}{I}$$

b.

$$R = Z_1$$

$$\text{et} \quad Z_2 = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2}$$

$$Z = \sqrt{((r+R)^2 + L^2\omega^2)} \quad \text{d'où}$$

$$Z^2 = r^2 + R^2 + 2r.R + L^2\omega^2 \quad \text{et} \quad Z_1^2 = R^2$$

$$Z_2^2 = r^2 + L^2\omega^2 \quad \text{et} \quad 2r.R = Z^2 - R^2 - r^2 - L^2\omega^2$$

$$\Rightarrow 2r.R = Z^2 - Z_1^2 - Z_2^2$$

d'où on a :

$$r = \frac{Z^2 - Z_1^2 - Z_2^2}{2Z_1}$$

et avec  $Z_2^2 = r^2 + L^2\omega^2$  ;  $L^2\omega^2 = Z_2^2 - r^2$  et on a :

$$L\omega = \sqrt{Z_2^2 - \left(\frac{Z^2 - Z_1^2 - Z_2^2}{2Z_1}\right)^2}$$

c.

$$\text{A.N. : } Z_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{140}{3,5} = 40\Omega ;$$

$$Z_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{121}{3,5} = 34,6\Omega ;$$

$$\text{et } Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{3,5} = 62,9\Omega$$

d'où

$$R = 40\Omega$$

et donc

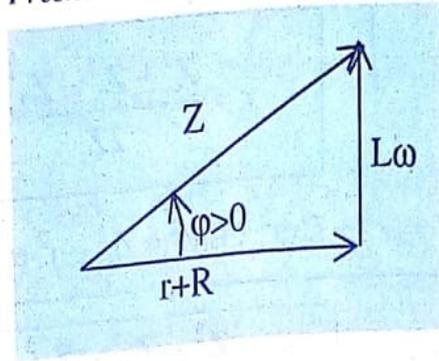
$$r = \frac{(62,9)^2 - (40)^2 - (34,6)^2}{2 \times 40} = 14,5\Omega ;$$

$$r = 14,5\Omega$$

$$L = \frac{1}{314} \left( \sqrt{(34,6)^2 - (14,5)^2} \right) = 0,1 ;$$

$$L = 0,1\text{H}$$

d. Diagramme de Fresnel



$$i = I\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi')$$

$\varphi$  désigne la phase de  $u$  par rapport à  $i$ .

$\varphi'$  désignant la phase de  $i$  par rapport à  $u$  :  $\varphi' < 0$ .

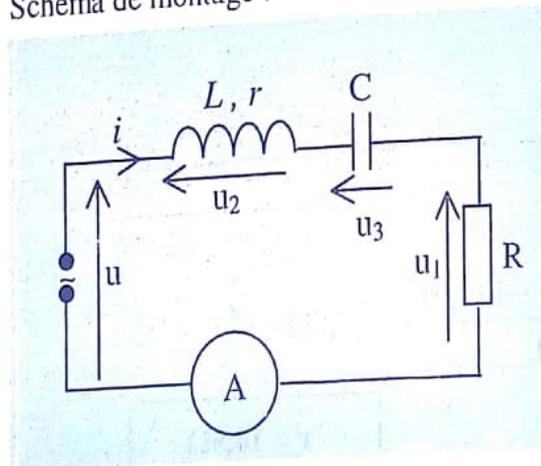
$$\cos \varphi = \frac{r+R}{Z} = \frac{40+14,5}{62,9} = 0,866 \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad.}$$

d'où  $i = 3,5\sqrt{2} \cos(314t - \frac{\pi}{6})$ , avec  $i$ (A) et  $t$ (s).

3.

a. Valeur de  $C$

Schéma de montage :



Il faut que les impédances des deux circuits soient égales.

D'où on a:

$$(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = (R+r)^2 + L^2\omega^2$$

$$L^2\omega^2 + \frac{1}{C^2\omega^2} - 2\frac{L}{C} = L^2\omega^2$$

$$\frac{1}{C\omega^2} = 2.L \Rightarrow C = \frac{1}{2.L.\omega^2}$$

A.N. :  $L = 0,1\text{H}$  ;  $\omega = 314 \text{ rad/s}$  ;

$$C = \frac{1}{2 \times 0,1 \times (314)^2} = 50,7 \cdot 10^{-6} ;$$

$$C = 50,7 \mu\text{F}$$

b.

$$\text{tg}\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r} = \frac{(0,1 \times 314) - \frac{1}{50,7 \cdot 10^{-6} \times 314}}{54,5} = -0,56 ;$$

$$\text{d'où } \varphi = -\frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

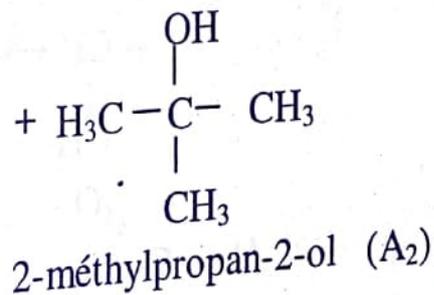
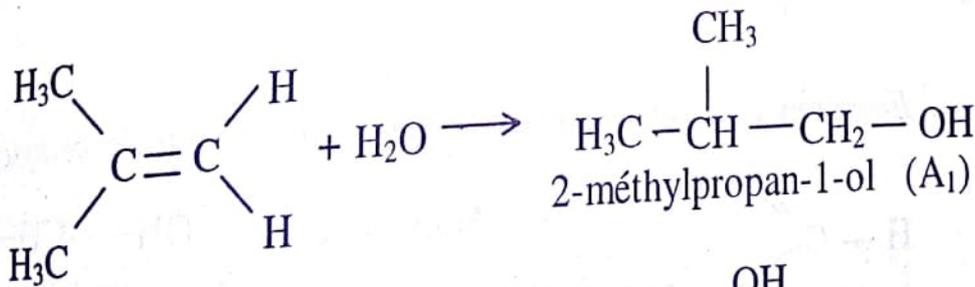
$$\varphi' = +\frac{\pi}{6} \text{ rad} ; \text{ d'où le résultat est :}$$

$$i = 3,5 \sqrt{2} \text{ Cos}(314t + \frac{\pi}{6})$$

### EXERCICE 4

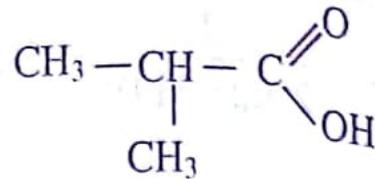
(A)

1. Analyse des produits de l'hydratation du propène



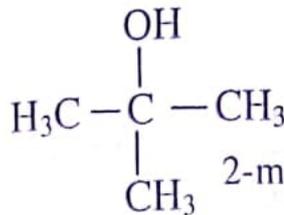
2. Produits d'oxydation de (A<sub>1</sub>) et de (A<sub>2</sub>)

A  $\xrightarrow[\text{complète}]{\text{Oxydation ménagée}}$



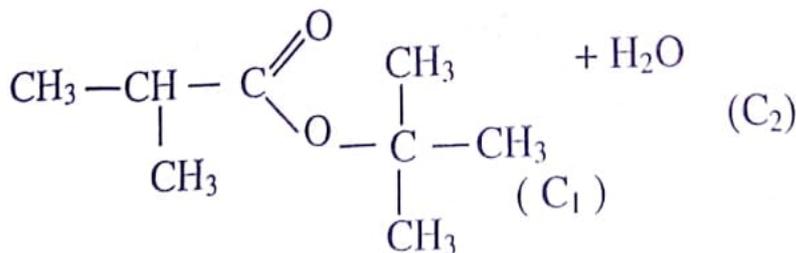
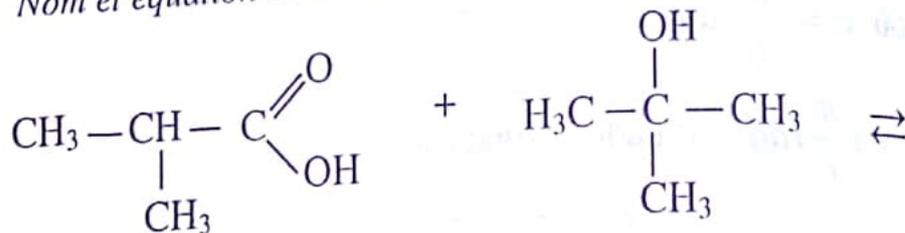
Acide méthylpropanoïque (B<sub>1</sub>)

A<sub>2</sub>  $\xrightarrow[\text{complète}]{\text{Oxydation ménagée}}$



2-méthylpropan-2-ol (B<sub>2</sub>)

3. Nom et équation de la réaction entre (B<sub>1</sub>) et (B<sub>2</sub>)



(C<sub>1</sub>)

C'est une réaction d'estérification :

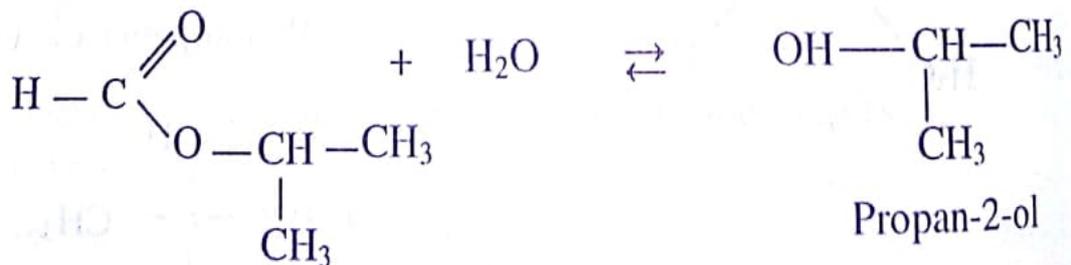
C<sub>1</sub> : méthylpropanoate de tertio-butyle

C<sub>2</sub> : eau

(B)

1.

a. Equation de la réaction entre l'eau et le méthanoate de méthyle éthyle.



Propan-2-ol



Acide méthanoïque

Propan-2-ol

b.  $t = \frac{(n_{\text{alcool}})_{\text{de l'équilibre}}}{(n_{\text{ester}})_{\text{initial}}}$ , on pose  $(n_{\text{ester}})_{\text{initial}} = n_i$

Si l'alcool formé est secondaire,  $t = \frac{2}{5}$ .

c. Composition du mélange massique à l'équilibre.

$$M_{\text{ester}} = (4 \times 12) + (2 \times 16) + (8 \times 1) = 88 ; \text{ d'où}$$

$$M_{\text{ester}} = 88 \text{ g.mol}^{-1}$$

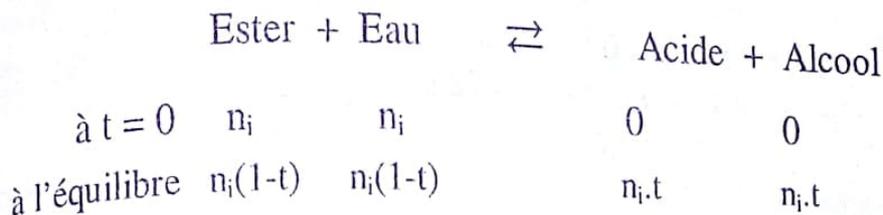
$$M_{\text{eau}} = (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18 ; M_{\text{eau}} = 18 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m_{\text{ester}} = 44 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{ester}} = \frac{44}{88} = 0,5$$

$$n_i = n_{\text{ester}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$m_{\text{eau}} = 9 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{eau}} = \frac{9}{18} = 0,5 ; n_{\text{eau}} = n_i = 0,5 \text{ mol}$$

La réaction s'effectue selon le schéma suivant :



À l'équilibre :

$$n_{\text{ester}} = n_i(1-t) = 0,5(1-2/5) = 0,3 ; n_{\text{ester}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$m_{\text{ester}} = 0,3 \times 88 = 26,4 \text{ g}$$

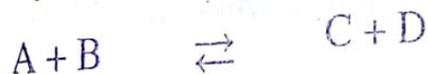
$$n_{\text{eau}} = 0,3 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{eau}} = 0,3 \times 18 = 5,4 \text{ g}$$

$$n_{\text{acide}} = 0,5 \times (2/5) = 0,2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{acide}} = 0,2((12+(2 \times 16)+(2 \times 1))) = 9,2 \text{ g}$$

$$n_{\text{alcool}} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{alcool}} = 0,2 \times ((3 \times 12) + (16) + (8 \times 1)) = 12 \text{ g}$$

2. a. Expression de la constante d'hydrolyse K du méthanoate de méthyle.



$$K = \frac{n_C \cdot n_D}{n_A \cdot n_B}$$

$$K = \frac{n_{\text{alcool}} \cdot n_{\text{acide}}}{n_{\text{ester}} \cdot n_{\text{eau}}} = \frac{n_i \cdot t \cdot n_i \cdot t}{(1-t) \cdot (1-t) \cdot n_i} = \left(\frac{t}{1-t}\right)^2$$

$$K = \left(\frac{2/5}{1-2/5}\right)^2 = \left(\frac{2/5}{3/5}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9} ; \text{ d'où } K = \frac{4}{9}$$

$$b. (n_{\text{eau}})_i = k \cdot n_i \quad \text{et} \quad (n_{\text{eau}})_{\text{eq}} = k \cdot n_i - n_i \cdot t = (k - t) \cdot n_i ;$$

$$\text{avec} \quad K = \frac{n_i \cdot t \cdot n_i \cdot t}{(1 - t) \cdot n_i \cdot (k - t) \cdot n_i} = \frac{4}{9}$$

$$\text{et} \quad t = \frac{4}{5} = \frac{80}{100}, \quad \text{mais} \quad K = \frac{t^2}{(1 - t)(k - t)}$$

$$\Rightarrow \quad (k - t) = \frac{t^2}{K(1 - t)}$$

$$\text{d'où} \quad k = \frac{t^2}{K(1 - t)} + t$$

$$\text{A.N. : } k = \frac{(4/5)^2}{(4/9)(1 - 4/5)} + 4/5$$

$$k = 8$$

$$(n_{\text{eau}})_i = k \cdot n_i = 8 \times 0,5 = 4 \text{ mol}$$

$$m_{\text{eau}} = 4 \times 18 = 72 \quad ; \quad m_{\text{eau}} = 72 \text{ g}$$

## EXERCICE 5

1. pH des solutions  $S_1$  et  $S_2$

$S_1$  : Solution décimolaire d'acide propanoïque

$S_2$  : Solution d'acide bromhydrique  $C_2 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

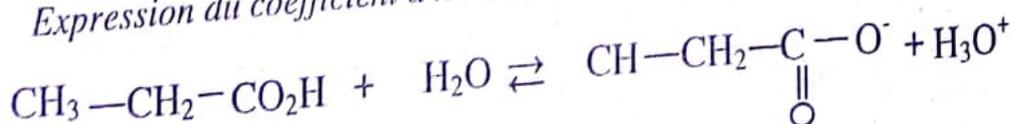
Les deux solutions ont le même pH.

L'acide bromhydrique est un acide fort d'où :  $\text{pH} = -\log C_2$

$$\text{pH} = -\log(7 \cdot 10^{-3}) = 2,15$$

$$\text{pH} = 2,15$$

2. Expression du coefficient d'ionisation  $\alpha$  de la solution.

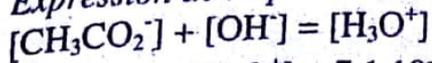


$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,15} \text{ mol.L}^{-1} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2,15}} = 1,41 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} = 1,41 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} ;$$

$$[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Expression de l'équation de la neutralité électrique de la solution:



$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La conservation de la matière se traduit par :

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] + [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = C_1 \Rightarrow$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = C_1 - [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = 10^{-1} - 7,1 \cdot 10^{-3}$$

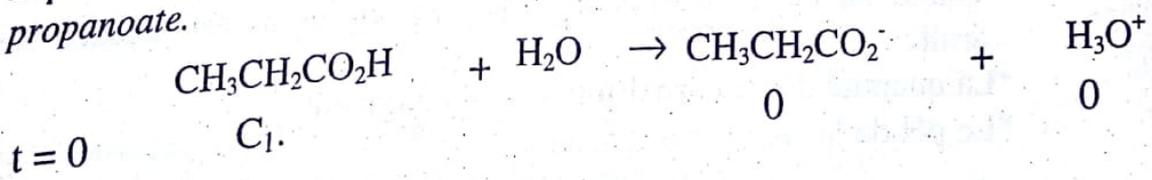
$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = 9,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{et } \alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]}{C_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_1}$$

$$\text{A.N. : } C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ d'où}$$

$$\alpha = \frac{7,1 \cdot 10^{-3}}{10^{-1}} = 7,1 \cdot 10^{-2}$$

Expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple acide propanoïque / ion propanoate.



A l'équilibre  $C_1(1-\alpha)$

$C_1 \cdot \alpha$

$C_1 \cdot \alpha$

Or  $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]}$  ; ainsi donc on a :

$$K_a = \frac{C_1 \alpha \cdot C_1 \alpha}{C_1(1-\alpha)} = \frac{C_1^2 \cdot \alpha^2}{C_1(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot C_1$$

$$\text{A.N. : } K_A = \frac{(7,08 \cdot 10^{-2})^2}{1 - 7,08 \cdot 10^{-2}} \times 10^{-1} = 5,4 \cdot 10^{-4} ; \quad K_A = 5,4 \cdot 10^{-4}$$

a. Calcul du nombre de mole d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  contenus dans chaque solution avant la dilution.

$$\bullet \quad n_1(\text{H}_3\text{O}^+) = C_1 \cdot \alpha \times V_0 = 10^{-1} \times 7,08 \cdot 10^{-2} \times 10 \cdot 10^{-3}$$

$$n_1(\text{H}_3\text{O}^+) = 7,08 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\bullet \quad n_2(\text{H}_3\text{O}^+) = C_2 \cdot V_0 = 7 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-5}$$

$$n_2(\text{H}_3\text{O}^+) = 7 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

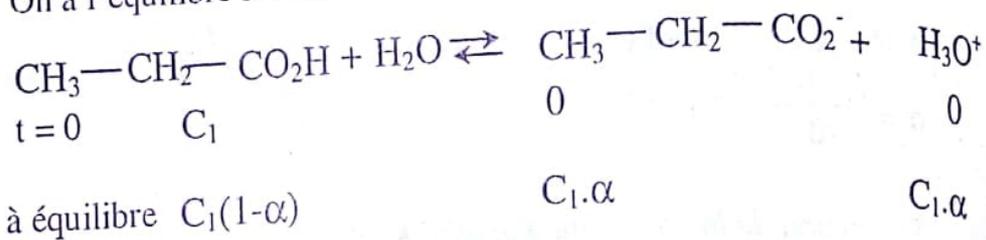
- b. Détermination du pH de la solution S2  
Calculons le pH de la solution S2 diluée 10 fois.

$$V_2' = 10 \times 10 = 100 \text{ cm}^3 = 0,10 \text{ L} ; \text{ or}$$

$$C_2' = \frac{n_2(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_2'} = \frac{7 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}} = 7 \cdot 10^{-4}$$

$$C_2' = 7 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} ; \text{ or } \text{pH} = -\log C_2' \text{ d'où } \text{pH} = 3,15$$

- c. Etude de l'équilibre chimique  
On a l'équilibre suivant :



- quand on ajoute de l'eau, l'équilibre ci-dessus est déplacé vers la droite .

\*La quantité de matière d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  augmente .

\*Le pH de la solution augmente .

Vérification :

$$C_2' = \frac{C_2}{10} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

On a la relation :  $[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = h$  et  
 $[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] + [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = C_2' \Rightarrow [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = C_2' - h$$

$$\text{Or } K_A = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]} = \frac{h^2}{C_2' - h} \Rightarrow h^2 = K_A \cdot C_2' - K_A \cdot h$$

D'où l'équation :  $h^2 + K_A \cdot h - K_A \cdot C_2' = 0$  qui entraîne  
 $h^2 + 5,39 \cdot 10^{-4} \cdot h - 5,39 \cdot 10^{-6} = 0 ; \text{ avec } h > 0 .$

$$h = 2,06 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } \text{pH} = -\log(h) = 2,68$$

$2,68 > 2,15 ; \text{ le pH a augmenté .}$

Par ailleurs  $n'(\text{H}_3\text{O}^+) = h \times VT = 2,06 \cdot 10^{-3} \times 10^{-1} = 2,06 \cdot 10^{-4} \text{ mol, or}$   
avant la dilution, on a :  $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 7,08 \cdot 10^{-3} \times 10^{-2} = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol. On a}$   
donc :  $n'(\text{H}_3\text{O}^+) > n(\text{H}_3\text{O}^+)$ . La quantité de matière d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$   
augmente donc avec la dilution .

EXERCICE 1 .....

- a. Valeurs maximales de de la tension  $u$  appliquée au dipôle et de l'intensité qui le traverse.

$U_{\max}$  est représentée sur le graphe par 8 cm.

$$U_{\max} = 8 \times 10$$

$$U_{\max} = 80 \text{ V}$$

$I_{\max}$  est représentée sur le graphe par 5 cm.

$$I_{\max} = 5 \times 0,1$$

$$I_{\max} = 0,5 \text{ A}$$

- b. Fréquence  $N$  du courant

La période  $T$  est représentée sur le graphe par 20 cm.

$$T = 20 \times \frac{1}{800} = \frac{1}{40}$$

$$N = \frac{1}{T}$$

$$N = 40 \text{ Hz}$$

- c. Différence de phase  $\varphi$  entre le courant et la tension

D'après le graphe,  $u$  et  $i$  passent par les valeurs maximales, minimales et nulles aux mêmes dates. Donc  $u$  et  $i$  sont en phase  $\Rightarrow$

$$\varphi = 0 \text{ rad}$$

- i. Expressions des valeurs instantanées de  $u$  et  $i$

Expression générale de  $u$  :  $u = U_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0)$   $\varphi_0$  phase à l'origine des dates.

$$\omega = 2\pi N = 80\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

D'après le graphe à  $t = 0$   $u = 0$  d'où  $\varphi_0 = 0$  ou  $\varphi_0 = -\pi$  à  $t = \frac{T}{4}$

$$u = U_{\max}$$

Ces deux résultats conduisent à  $\varphi_0 = 0$ , d'où  
 $u = U_{\max} \sin \omega t = 80 \sin(80\pi t)$  ou  $u = 80 \cos(80\pi t - \frac{\pi}{2})$

$$i = I_{\max} \sin \omega t$$

$$i = 0,5 \sin 80\pi t \quad \text{ou} \quad i = 0,5 \cos(80\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$u = 80 \sin(80\pi t) ; i = 0,5 \sin 80\pi t$$

2.

a. La résistance  $R$  du résistor et la capacité  $C$  du condensateur  $u$  et  $i$  étant en phase, le circuit est à la résonance:  $Z = R$

$$U_{\max} = R I_{\max}$$

$$\text{d'où} \quad R = \frac{U_{\max}}{I_{\max}}$$

$$R = \frac{80}{0,5}$$

$$R = 160 \Omega$$

$$\text{et} \quad LC\omega^2 = 1 \quad C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{4L\pi^2 N^2}$$

$$C = \frac{1}{1 \times 4\pi^2 \times 16 \cdot 10^2} = 1,58 \times 10^{-5} \text{ F}$$

$$C = 15,8 \mu\text{F}$$

b. Puissance moyenne consommée :  $P_m$

$$P_m = UI \cos \varphi \quad \varphi = 0 \quad \cos \varphi = 1 \quad \text{et} \quad U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$P_m = UI = \frac{U_{\max} \cdot I_{\max}}{2} = \frac{80 \times 0,5}{2} = 20 \text{ W}$$

$$P_m = 20 \text{ W}$$

c. Impédance du condensateur :  $Z_C$

$$Z_C = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{1,58 \cdot 10^{-5} \times 80\pi} = 2,52 \cdot 10^2 \Omega$$

$$Z_C = 252 \Omega$$

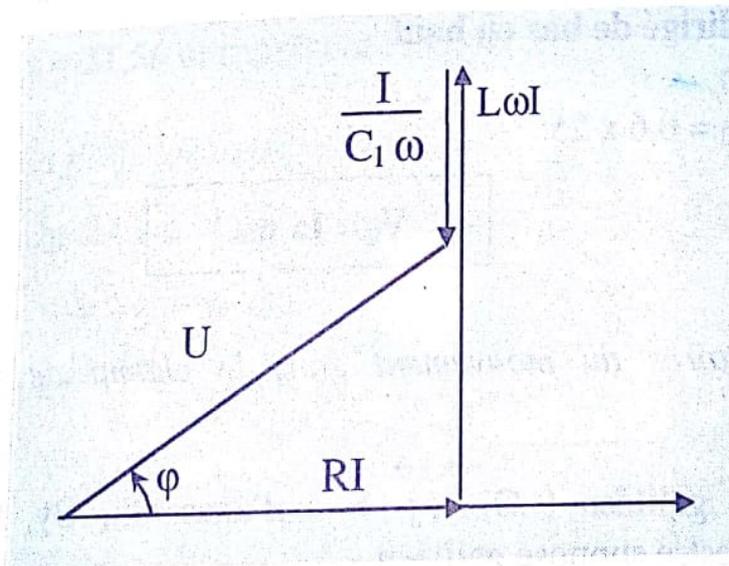
a. Différence de phase  $\varphi$  entre la tension  $u$  et l'intensité  $i$   
pour  $T$ , on a  $2\pi$  (1 période correspond à  $2\pi$ )

pour  $\frac{T}{8}$ , on a  $\varphi$  ( $\frac{1}{8}$  de période correspond au décalage horaire)

$$\text{d'où } \varphi = \frac{2\pi}{T} \sigma = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{8} = \frac{\pi}{4}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

b. Diagramme de Fresnel



$i$  est en retard sur  $u$ .

L'effet d'inductance l'emporte sur l'effet de capacité

c. Nouvelle valeur  $C_1$  de la capacité du condensateur

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - 1/C_1\omega}{R} = \tan \frac{\pi}{4}$$

$$L\omega - \frac{1}{C_1\omega} = R \cdot \tan \varphi$$

$$\frac{1}{C_1 \omega} = L\omega - R \tan \varphi \quad \text{d'où}$$

$$C_1 = \frac{1}{(L\omega - R \tan \varphi) \cdot \omega}$$

$$\text{A.N. : } C_1 = \frac{1}{80\pi (1.80\pi - 160 \tan \pi/4)} = 4,3610^{-5} \text{ F}$$

$$C_1 = 44 \mu\text{F}$$

Par rapport à la résonance l'effet de capacité est réduit donc  $C_1 > C_0$

## EXERCICE 2

1. Caractéristiques du vecteur vitesse initiale  $\vec{v}_0$

- $\vec{v}_0$  est tangent à la trajectoire donc perpendiculaire à  $CO$ .
  - $\vec{v}_0$  est dirigé de bas en haut
  - $v_0 = \ell \cdot \omega$
- A.N :  $v_0 = 0,6 \times 25$

$$V_0 = 15 \text{ ms}^{-1}$$

2.

a. Equations horaires du mouvement dans le champ de pesanteur terrestre.

Soit le repère galiléen  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  d'axes  $Ox, Oy, Oz$  lié au référentiel terrestre supposé galiléen,

la pierre est soumise à son poids  $\vec{P} = m \vec{g}$ ,

appliquons le théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} = m \vec{a}$  soit

$$m \vec{g} = m \vec{a} \quad \text{d'où } \vec{a} = \vec{g}$$

$$* \text{ à } t=0 \quad \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_z = v_0 \sin \alpha \end{cases} \quad \text{et} \quad \vec{OM} \begin{cases} x = x_0 = 0 \\ z = z_0 = 0 \end{cases}$$

\*à t quelconque

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \quad \begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_z = -gt + v_0 \sin\alpha \end{cases} \quad \begin{cases} x = v_0 \cos\alpha t \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\alpha)t \end{cases}$$

b. *Equation de la trajectoire*

En éliminant la variable t entre les lois horaires x(t) et z(t), on a

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

$$\text{pour } \alpha \neq \frac{\pi}{2} \quad \text{et} \quad z(x) = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} + x \tan\alpha$$

$$\text{A.N :} \quad z = -6,17 \cdot 10^{-2} x^2 + 1,33x$$

c. *La portée sur Ox*

On obtient la portée en posant z = 0 soit :

$$-6,1710^{-2} x^2 + 1,33x = 0$$

$$x(1,33 - 6,1710^{-2} x) = 0$$

$$\text{on obtient } x = 0 \text{ ou } x = \frac{1,33}{6,1710^{-2}} = 21,56 \text{ m.}$$

**x = 21,56 m représente la portée.**

d. *La flèche de la trajectoire*

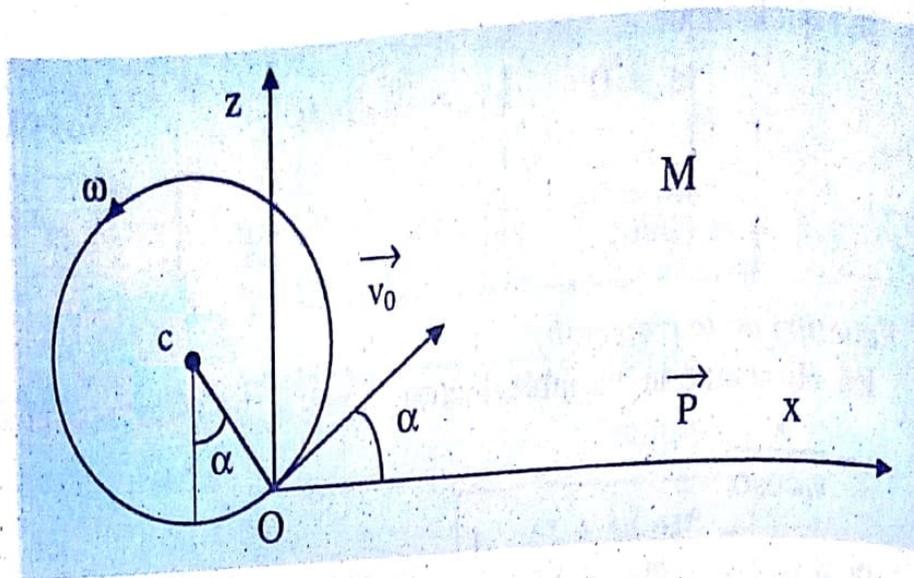
On obtient la flèche lorsque  $v_z = \frac{dz}{dt} = 0$  d'où

$$v_z = -gt + v_0 \sin\alpha$$

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} \quad \text{alors}$$

$$z = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

$$\text{A.N :} \quad z = \frac{15^2 \times 0,8^2}{2 \times 10} = 7,2 \text{ m}$$



3. Vitesse de la pierre

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_z = -gt + v_0 \sin \alpha$$

$$t = 1 \text{ alors } v \left\{ \begin{array}{l} v_x = 15 \cdot 0,6 = 9 \\ v_z = -10,1 + 15 \cdot 0,8 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow v \left\{ \begin{array}{l} v_x = 9 \text{ ms}^{-1} \\ v_z = 2 \text{ ms}^{-1} \end{array} \right.$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_z^2} \quad \text{soit } v = \sqrt{9^2 + 2^2} = 9,2 \text{ ms}^{-1}$$

$v < v_0$ , la vitesse a diminué. La pierre est au dessus de O.  $Z > 0$ .

4. Le temps au bout duquel la pierre repasse en A

Soit A l'origine du repère et  $t_0 = 0$ , l'instant où  $P_2$  est en A. Une fois la pierre lâchée, l'équation horaire s'écrit :  $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + vt$  suivant AT.

$$\text{Lorsque } P_2 \text{ repasse par A } z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + vt = 0$$

$$\text{donc } t = \frac{2v}{g} = \frac{4\pi N\ell}{g} \quad \text{avec } v = \omega\ell = 2\pi\ell \quad (1)$$

Pendant ce temps, l'autre pierre  $P_1$  accomplit un nombre entier K de tours pour qu'il y ait rencontre.  $KT_0 = t$  avec  $T_0 = \frac{1}{N}$  période du mouvement de  $P_1$  et N sa fréquence (nombre de tours)

$$t = \frac{K}{N} \quad (2)$$

(1) et (2) entraînent  $\frac{4 \ell \pi N}{g} = \frac{K}{N}$  ; on a donc  $N^2 = \frac{gK}{4\pi l} \Rightarrow$

$$N = \sqrt{\frac{gK}{4\pi l}}$$

A.N :  $N = \sqrt{\frac{10 \cdot K}{4\pi \cdot 0,6}} = 1,15\sqrt{K}$  avec  $K \in \mathbb{N}^*$

### EXERCICE 3

1. Bilan des espèces chimiques et calcul de leur quantité.

Les espèces présentes dans la solution d'acide éthanóique sont :  $H_3O^+$ ,  $OH^-$ ,  $CH_3COO^-$ ,  $CH_3COOH$ ,  $H_2O$

-  $pH = 2,9$   $[H_3O^+] = 10^{-pH}$   $[H_3O^+] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

-  $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = 8 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$

- éleutroneutralité  $[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$

avec  $[OH^-] \ll [H_3O^+]$

d'où  $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

- conservation de matière  $C_A = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

$[CH_3COOH] = C_A - [CH_3COO^-] = 10^{-1} - 1,26 \cdot 10^{-3}$

$[CH_3COOH] = 9,87 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

on obtient  $n(H_3O^+) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  ;  $n(OH^-) = 16 \cdot 10^{-14} \text{ mol}$  ;

$n(CH_3COO^-) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  ;  $n(CH_3COOH) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

2. Bilan des espèces chimiques et calcul de leur quantité.

Les espèces présentes dans la solution d'hydroxyde de sodium sont :  $Na^+$ ,  $H_3O^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_2O$ .

L'hydroxyde de sodium est une base forte :  $pH = 14 + \log C_B$

$pH = 13$  d'où  $[H_3O^+] = 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$

$[OH^-] = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

$[Na^+] = C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

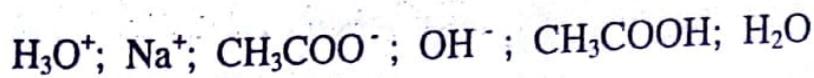
On a :  $n(H_3O^+) = 10^{-15} \text{ mol}$  ;

$n(OH^-) = 10^{-3} \text{ mol}$  ;

$n(Na^+) = 10^{-3} \text{ mol}$ .

### 3. Bilan des espèces chimiques du mélange et calcul de leur quantité.

Les espèces présentes dans le mélange sont :



$$\bullet \text{ pH} = 4,65 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,64} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\bullet [\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 4,5 \cdot 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

•  $\text{Na}^+$  ion spectateur

$$[\text{Na}^+] = \frac{n\text{Na}^+}{V_A + V_B} = \frac{10^{-3}}{30 \cdot 10^{-2}} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

- *électroneutralité* :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-] \text{ avec } [\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ et}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{Na}^+]$$

$$\text{d'où } [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{Na}^+] = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

- *conservation de matière* :

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_i = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COOH}]_i - [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} - \frac{C_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\text{A.N : } [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{10^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-2}}{30 \cdot 10^{-2}} - \frac{10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{30 \cdot 10^{-2}} = 3,3 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Pour avoir le nombre de mole, on multiplie la concentration de chaque espèce par le volume du mélange.

( [ ] . (  $V_A + V_B$  ) = [ ] .  $3 \cdot 10^{-2}$  ) . On obtient :

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 6,6 \cdot 10^{-7} \text{ mol} ; n(\text{OH}^-) = 1,3 \cdot 10^{-11} \text{ mol} ;$$

$$n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 10^{-3} \text{ mol} ; n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}^+) = 10^{-3} \text{ mol}$$

### Tableau récapitulatif

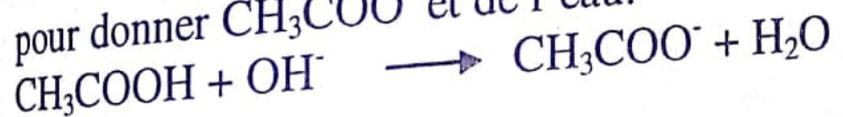
espèces	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{OH}^-$	$\text{CH}_3\text{CO}_2^-$	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	$\text{Na}^+$
quantité dans 20cm <sup>3</sup> d'acide (en mol)	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,98 \cdot 10^{-3}$	0
quantité dans 10cm <sup>3</sup> de soude (en mol)	$10^{-15}$	$10^{-3}$	0	0	$10^{-3}$
quantité dans le mélange (en mol)	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$

#### 4. Analyse du tableau

$[\text{H}_3\text{O}^+]$  est restée minoritaire,  $[\text{Na}^+]$  n'a pas changé,  
 $[\text{OH}^-]$  a diminué d'environ  $10^{-3}$  mol (disparition quasi totale),  
 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  a augmenté d'environ  $10^{-3}$  mol (en fait  $0,98 \cdot 10^{-3}$  mol)  
 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  a diminué d'environ  $10^{-3}$  mol (en fait  $0,98 \cdot 10^{-3}$  mol)  
 A est transformé en B

#### 5. Espèces ayant réagi et espèces formées

On constate après analyse du tableau que  $\text{CH}_3\text{COOH}$  a réagi avec  $\text{OH}^-$   
 pour donner  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  et de l'eau.



Cette réaction peut-être considérée comme totale.

## EXERCICE 4

1. La solution ③ de  $\text{pH} = 2,4$  est un acide faible car son  $\text{pH}$  est différent de 1.  
La solution ④ de  $\text{pH} = 11,9$  est une base faible car son  $\text{pH}$  est différent de 13.

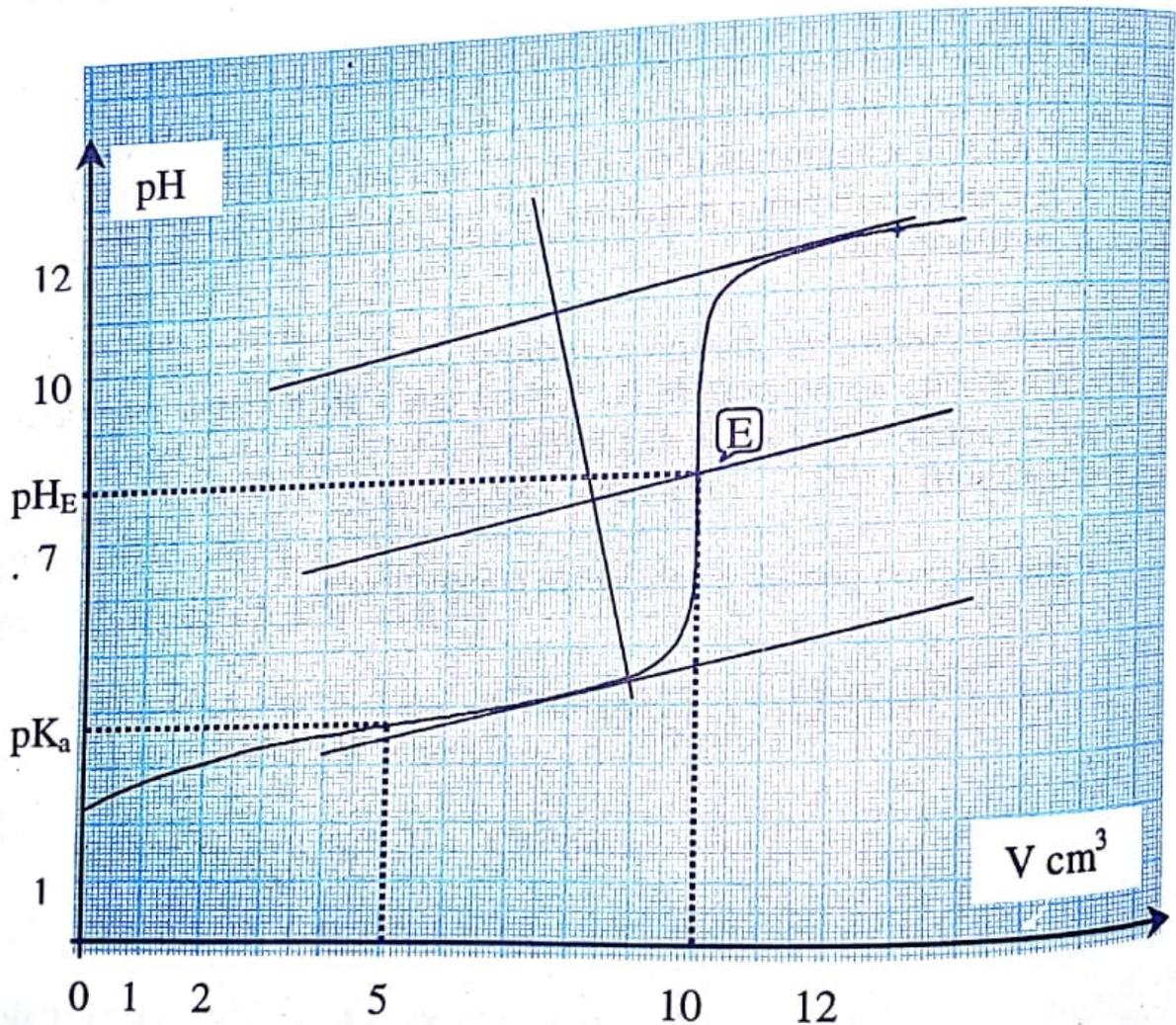
2.

a. Détermination graphique :

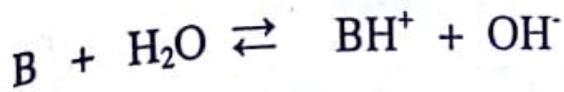
A l'équivalence  $v_2 = 10 \text{ cm}^3$  ;

$\text{pH}_E = 8$  (par la méthode des tangentes)

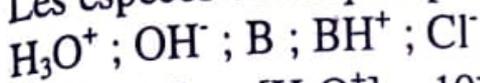
$\text{pK}_a = 3,8$  ( $\text{pH} = \text{pK}_a$  à la demi-équivalence)



- b. Le composé X est bien de l'acide méthanoïque. On sait que plus le  $\text{pK}_a$  d'un couple est faible, plus l'acide de ce couple est fort. L'acide méthanoïque est donc plus fort que l'acide éthanoïque.



Les espèces chimiques présentes dans la solution (s) sont :



$$pH = 10,5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-10,5} = 3,16 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-] = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Cl^-] = \frac{0,10 \cdot 20}{50} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

*Expression de la neutralité électrique de la solution*

$$[H_3O^+] + [BH^+] = [OH^-] + [Cl^-]$$

$$[BH^+] = [OH^-] + [Cl^-] - [H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-] = 4,03 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

*Conservation de l'espèce acide.*

$$[BH^+] + [B] = [B]_0 \frac{V_B}{V_S} \Rightarrow [B] = [B]_0 \frac{V_B}{V_S} - [BH^+]$$

$$[B] = 0,1 \times \frac{30}{50} - 4,03 \cdot 10^{-2} = 1,97 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[B]}{[BH^+]} \Rightarrow pK_a = pH - \log \frac{[B]}{[BH^+]}$$

$$\text{A.N.} \quad pK_a = 10,5 - \log \frac{1,97 \cdot 10^{-2}}{4,03 \cdot 10^{-2}} = 10,8$$

**Y est l'éthylamine**

<b>pKa = 10,8</b>
-------------------

EXERCICE 1

1.

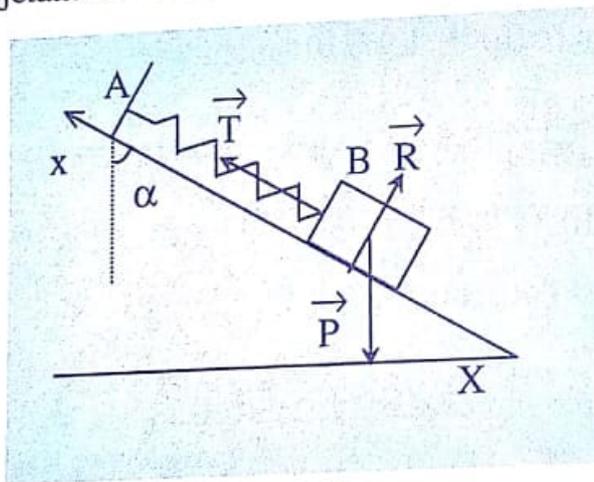
a. Détermination de la position d'équilibre.

Le solide est soumis à :

- son poids  $\vec{P}$
- la réaction du plan incliné  $\vec{R}$
- la tension du ressort  $\vec{T}$

A l'équilibre,  $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$

En projetant sur  $X'X$ , on a :  $T - P \cos\alpha = 0$



$T = k(\ell - \ell_0)$ ,  $\ell_0$  est la longueur du ressort à vide.  
 $P = mg$ , d'où  $k(\ell - \ell_0) - mg \cos\alpha = 0$  et

$$\ell = \frac{mg \cos\alpha}{k} + \ell_0 = AB$$

A.N :

$$\ell = \frac{0,05 \times 10 \times \cos 60}{20} + 0,2 = 21,25$$

$$\ell = AB = 21,25 \text{ cm}$$

En posant  $a_0 = \ell - \ell_0$ , on a,

$$a_0 = 1,25 \text{ cm.}$$

b. L'énergie mécanique totale du système est :

$$E = E_c + E_{pp} + E_{pe}$$

$$E_c : \text{énergie cinétique, } E_c = \frac{1}{2} mv^2.$$

$$E_{pp} : \text{énergie potentielle de pesanteur, } E_{pp} = mgx \cos\alpha.$$

$$E_{pe} : \text{énergie potentielle élastique, } E_{pe} = \frac{1}{2} ka_0^2.$$

$$\text{En } x = 0 \text{ (position d'équilibre), } E_{pp} = 0 \text{ et } E_{pe} = \frac{1}{2} k a_0^2.$$

$$\text{On a donc : } E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} k a_0^2.$$

$$\text{En } x = X_m \text{ (élongation maximum : } v = 0), E_c = 0,$$

$$E_{pp} = mgX_m \cos\alpha \text{ et } E_{pe} = \frac{1}{2} k (X_m - a_0)^2.$$

$$\text{On a donc } E = mgX_m \cos\alpha + \frac{1}{2} k (X_m - a_0)^2.$$

Comme il n'y a pas de frottement, il y a conservation de l'énergie mécanique totale du système d'où :

$$\frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} ka_0^2 = mgX_m \cos\alpha + \frac{1}{2} k (X_m - a_0)^2$$

$$\frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} ka_0^2 = mgX_m \cos\alpha + \frac{1}{2} kX_m^2 + \frac{1}{2} ka_0^2 - kX_m a_0$$

$$\frac{1}{2} kX_m^2 - \frac{1}{2} mv^2 + X_m (mg \cos\alpha - ka_0) = 0$$

Comme  $mg \cos\alpha - ka_0 = 0$  (cf question a), on a :

$$mv^2 = kX_m^2.$$

$$X_m = v \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$X_m = 2,5 \text{ cm}$$

Ecrivons que l'énergie mécanique totale du système est constante :

$$E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} k (x - a_0)^2 + mgx \cos\alpha = \text{constante.}$$

En dérivant par rapport au temps, on a :

$$\frac{dE}{dt} = m\dot{x}\ddot{x} + k(x - a_0)\dot{x} + mg\dot{x}\cos\alpha = 0$$

ce qui donne :

$$m\ddot{x} + kx + mg\cos\alpha - ka_0 = 0.$$

Comme  $mg\cos\alpha - ka_0 = 0$  (cf question a) on a :

$$T_0 = 0,314 \text{ s.}$$

Loi horaire de l'oscillateur :

Une solution de l'équation différentielle est de la forme :

$$x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi).$$

À  $t = 0$ ,  $x = 0 = X_m \cos \varphi$ , on a donc  $\varphi = +\pi/2$  ou  $\varphi = -\pi/2$ .

$v = -X_m \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$  ; à  $t = 0$ ,  $v = v_0 = -X_m \omega_0 \sin \varphi > 0$ . Donc  $\sin \varphi < 0$  et  $\varphi = -\pi/2$ .

$$x(t) = X_m \cos(\omega_0 t - \pi/2)$$

Comme  $\omega_0 = 2\pi/T_0 = 2\pi/0,314 = 20 \text{ rad.s}^{-1}$ , on a :

$$x(t) = 2,5 \cos(20t - \pi/2) \text{ ou } x(t) = 2,5 \sin 20t ;$$

( $x(t)$  en cm ou  $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 20t$  en mètre).

2.

a.

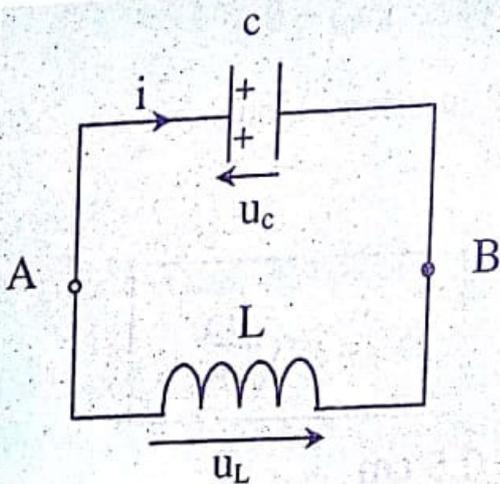


Figure 1

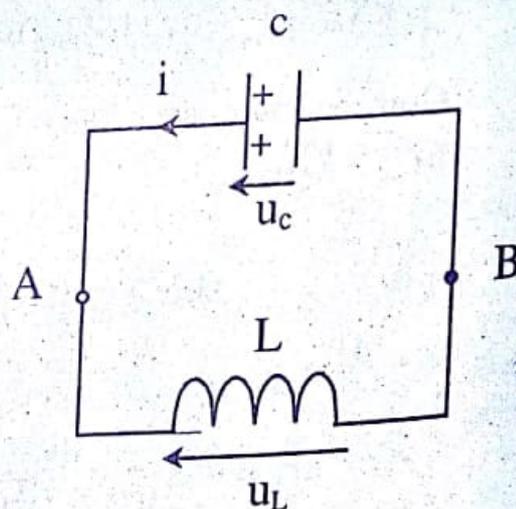


Figure 2

- b. *Equation différentielle du circuit*  
Le condensateur est en charge (figure 1)

$$u_C = \frac{q}{c}; u_L = L \frac{di}{dt} \text{ et comme } i = \frac{dq}{dt}, u_L = L \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$u_L + u_C = 0, \text{ donc } \frac{q}{c} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0:$$

Finalement :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$$

**Remarque :** Si l'on choisit le cas de la figure 2 (décharge du condensateur),

$i = -\frac{dq}{dt}$  et  $u_L - u_C = 0$  ; on retrouve la même équation différentielle.

- c. La période de l'oscillateur électrique doit être la même que celle de l'oscillateur mécanique :  $T_e = T_m$ .  
On doit donc avoir :

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \left(\frac{2\pi}{0.314}\right)^2 = 400$$

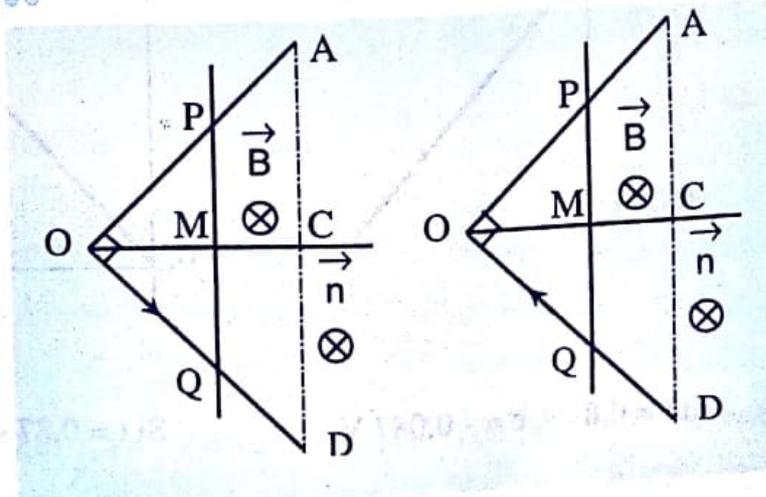
$$LC = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

ou  $LC = \frac{m}{k}$

### EXERCICE 2

1.

a.



Cas N°1 :

Le flux à travers le circuit est  $\Phi = B.S$  avec  $S = OM.OP$  avec  $OM = MP$ , mouvement rectiligne uniforme  $x = v.t$  d'où :

$$S = OM^2 = x^2 = v^2 t^2.$$

$$\Phi = Bv^2 t^2.$$

La f.é.m d'induction est donnée par  $e = - d\Phi/dt$

$$e = - 2Bv^2 t ; e = - 0,101 t.$$

Cas N°2 :

Un calcul analogue nous donne dans ce cas :

$$e = 2Bv^2 t ; e = 0,101 t.$$

b. Calculons le temps mis pour aller de O à C :

$$t = \frac{x}{v} = \frac{OC}{v} = \frac{OA\sqrt{2}}{2v}$$

AN :

$$t = \frac{0,8\sqrt{2}}{2 \times 0,65} = 0,87s$$

Cas N°1

$$e = - 0,101t$$

$$\text{Si } t < 0, e = 0$$

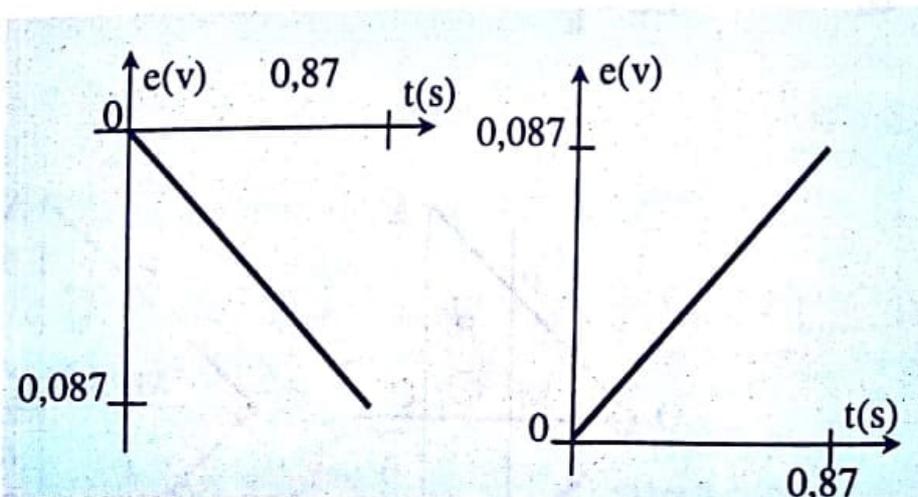
$$\text{Si } t > 0,87 s, e = 0$$

Cas N°2

$$e = 0,101 t$$

$$\text{Si } t < 0, e = 0$$

$$\text{Si } t > 0,87 s, e = 0$$



$$\text{Si } t = 0,87 s, e = - 0,087 V$$

$$\text{Si } t = 0,87 s, e = 0,087 V$$

2.

a. Expression du courant induit.

Le courant induit est donné par  $i = \frac{e}{R}$ . Pour calculer R, il faut connaître la longueur du circuit.  $l = OP + PM + MQ + QO = 2 OP + 2 PM$ .

$$OP = PM \sqrt{2} = x\sqrt{2}$$

$$\text{On a donc : } l = 2x\sqrt{2} + 2x = 2x(1 + \sqrt{2}) = 2vt(1 + \sqrt{2})$$

$$\text{La résistance du circuit est } R = \mu l = 2\mu vt(1 + \sqrt{2})$$

$$\text{et } i = \frac{e}{R} = -\frac{2Bv^2 t}{2\mu vt(1 + \sqrt{2})}; i = -\frac{Bv}{\mu(1 + \sqrt{2})} \text{ pour le cas N}^\circ 1$$

$$\text{et } i = \frac{e}{R} = \frac{2Bv^2 t}{2\mu vt(1 + \sqrt{2})}; i = \frac{Bv}{\mu(1 + \sqrt{2})} \text{ pour le cas N}^\circ 2$$

b.

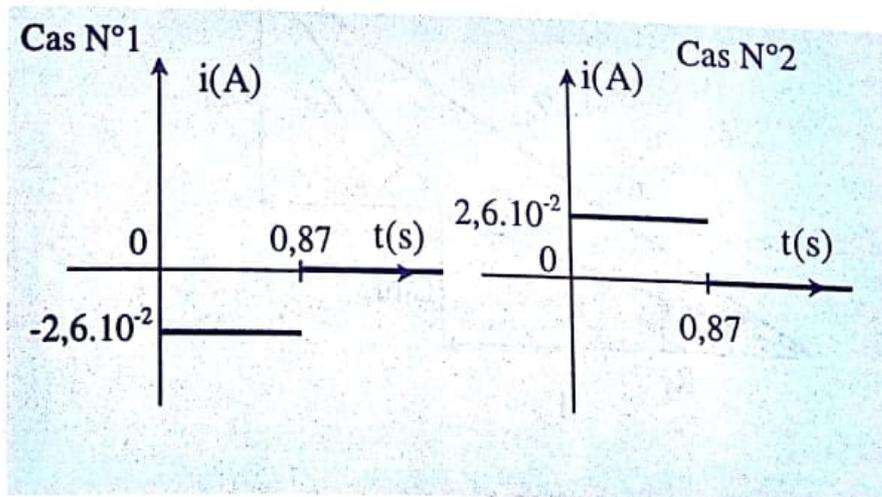
$$|i| = \frac{Bv}{\mu(1 + \sqrt{2})} = \frac{0,12 \times 0,65}{1,24(1 + \sqrt{2})} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 26 \text{ mA}$$

Cas N°1 :  $i = -26 \cdot 10^{-3} \text{ A}$  ;  $i$  est négatif ; son sens est OQPO.

Cas N°2 :  $i = 26 \cdot 10^{-3} \text{ A}$  ;  $i$  est positif ; son sens est OQPO.

c. Si  $t < 0$ ,  $i = 0$ .

Si  $t > 0,87 \text{ s}$ ,  $i = 0$



Si  $0 < t < 0,87 \text{ s}$ ,  $i = -2,6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$  (cas N°1) ou  $i = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$  (cas N°2)

3. La quantité d'électricité induite est donnée par :

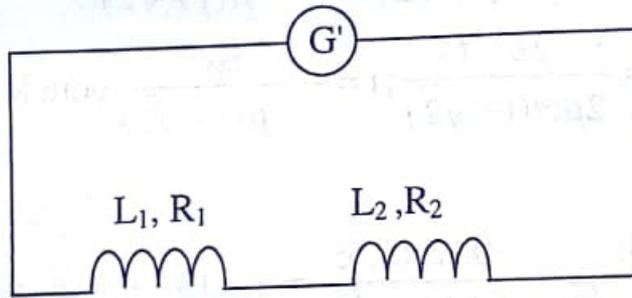
$$Q = it = 26.10^{-3} \times 0,87 = 22,6.10^{-3} \text{ C}$$

Autre méthode :  $Q = \frac{Bds\phi}{R(t)}$

EXERCICE 3

A

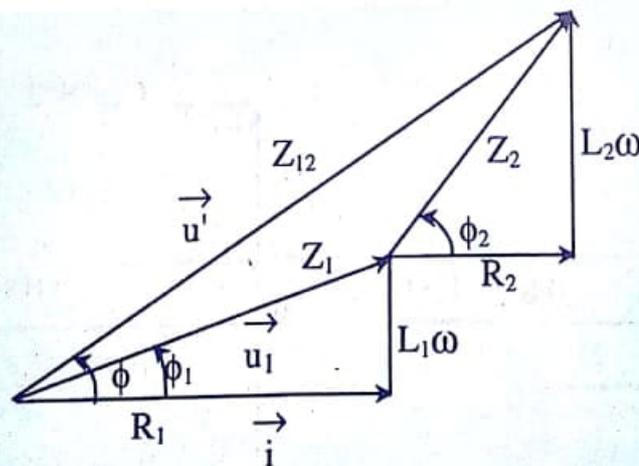
1. a.



$$R_1 = 71 \Omega ; R_2 = 29 \Omega$$

$$L_1\omega = 0,13 \times 2\pi \times 50 = 40,84 \Omega$$

$$L_2\omega = 0,19 \times 2\pi \times 50 = 59,69 \Omega$$



NB : Dans ce schéma, les longueurs ne sont pas respectées.

b. Soit  $\phi$  la phase de tension  $U'$  par rapport à l'intensité  $i$  :

$$\tan \Phi = \frac{(L_1 + L_2)\omega}{R_1 + R_2} \approx 1 \quad \text{donc} \quad \Phi \approx \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$$I = \frac{U'}{Z_{12}}, \text{ en mesurant sur le diagramme de Fresnel à l'échelle,}$$

$$Z_{12} \leftrightarrow 14 \text{ cm, soit } Z_{12} = 140 \Omega \text{ donc}$$

$$I = \frac{12}{140} = 0,085 \text{ A}$$

$$I_{\max} = I\sqrt{2} = 0,085\sqrt{2} = 0,12$$

$$I_{\max} = 0,12 \text{ A}$$

$i$  étant pris comme référence :  $i = 0,12 \cos 100\pi t$

Soit  $\Phi_1$  la phase  $U_1$  par rapport à  $i$ .

$$\tan \Phi_1 = \frac{L_1 \cdot \omega}{R_1} = \frac{40,84}{71} \approx 0,58 \quad \text{d'où} \quad \Phi_1 \approx \frac{\pi}{6}$$

$U_{1\max} = Z_1 I_{\max}$ , en mesurant sur le diagramme de Fresnel à l'échelle, on a  $Z_1 \leftrightarrow 8,2 \text{ cm}$  donc  $Z_1 \leftrightarrow 82 \Omega$  et  $U_1 = 82 \times 0,12 = 9,84 \text{ V}$

$$\text{D'où } u_1(t) = 9,8 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$$

2. Pour que  $Z_{12} = Z_1 + Z_2$ , il faut que  $\Phi_1 = \Phi_2$ , donc que  $\tan \Phi_1 = \tan \Phi_2$ .

$$\text{Soit } \frac{L_1 \omega}{R_1} = \frac{L_2 \omega}{R_2}$$

On a donc :

$$L_2 = \frac{L_1 R_2}{R_1}$$

A.N :

$$L_2 = 0,13 \times \frac{29}{71} = 0,053 \text{ H} \quad \text{d'où} \quad L_2 = 0,053 \text{ H.}$$

B

1. G est un générateur de tension continue ; le condensateur ne permet pas l'installation d'un courant continu (isolant) :  $i = 0$ .

2. Lorsque G alimente B seul on a :

$$R = \frac{U}{I_B}$$

$$\text{A.N: } R = \frac{6}{0,23} = 26 \Omega$$

3. Lorsque G' alimente B seul on a :  $U = I' \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$

Lorsque G' alimente D seul on a :  $U = \frac{I'}{C\omega}$

Lorsque G' alimente B et D montés en série :

$$U = I' \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \quad U = I' \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

Puisque U a la même valeur dans les 3 cas, on a les relations suivantes :

$$\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} = \frac{1}{C\omega} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$L^2 \omega^2 = (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$$

$$2LC\omega^2 = 1 \Rightarrow L\omega = \frac{1}{2C\omega}$$

Reprenons ce résultat dans la relation initiale.

$$R^2 + L^2 \omega^2 = \frac{1}{C^2 \omega^2}$$

$$R^2 + \frac{1}{4C^2 \omega^2} = \frac{1}{C^2 \omega^2}$$

$$C = \frac{\sqrt{3}}{2R\omega} \text{ et } L\omega = \frac{1}{2C\omega} = \frac{R}{\sqrt{3}}$$

A.N :

$$L = \frac{26,09}{2\pi \times 70\sqrt{3}} = 0,034 \text{ d'où } L = 34\text{mH}$$

$$C = \frac{\sqrt{3}}{2 \times 2\pi \times 70 \times 26,09} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ F d'où } C = 75 \mu\text{F}$$

4.

Pour que l'indication de l'ampèremètre  $x$  soit extrême, il faut être à la résonance.

L'intensité  $I$  est maximum si  $L\omega = \frac{1}{C\omega}$  donc si  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

La fréquence  $N_e$  est donnée par :

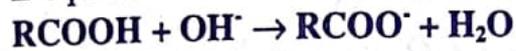
$$N_e = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,034 \times 7,55 \cdot 10^{-5}}} = 99 \text{ Hz}$$

L'intensité à la résonance est donnée par :  $I_e = \frac{U}{R} = \frac{12}{26} = 0,46 \text{ A}$

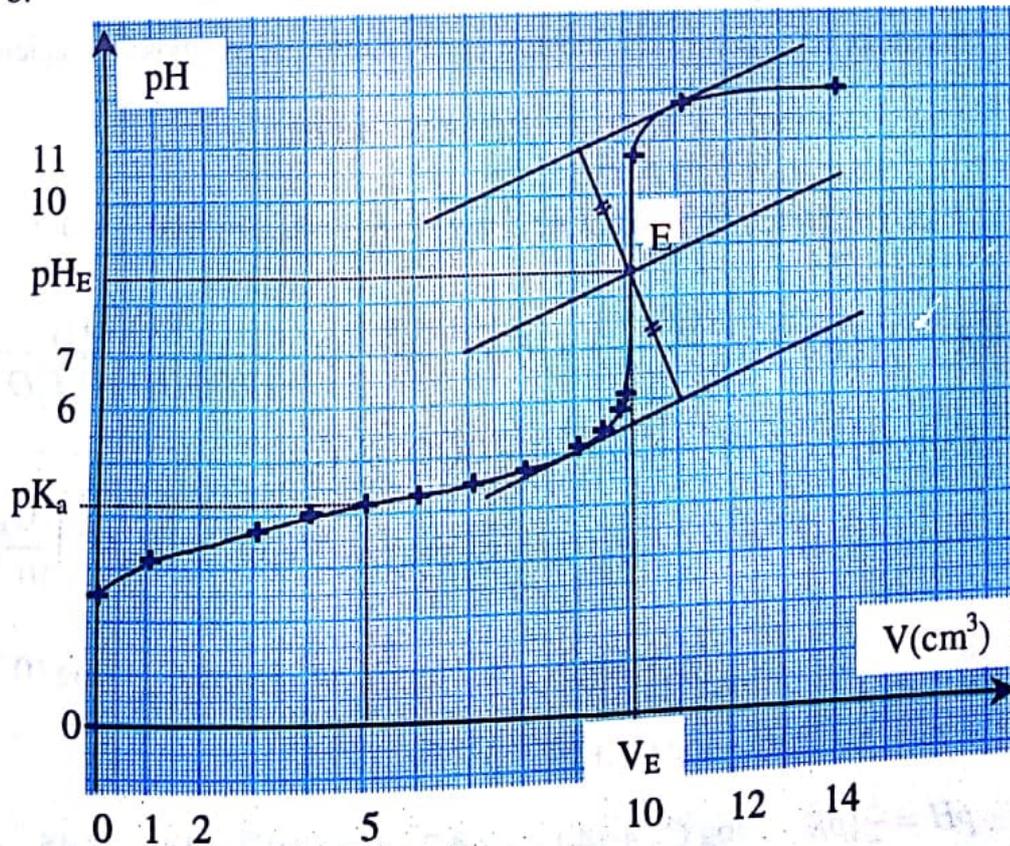
### EXERCICE 4

1.

a. L'équation de la réaction responsable de la variation du pH est :



b. Courbe  $\text{pH} = f(V)$



c. Les coordonnées du point d'équivalence sont :

E : (10 cm<sup>3</sup> ; 8,45).

2. A la demi-équivalence (V = 5 cm<sup>3</sup>), pH = pK<sub>A</sub> = 4,2.

On a donc K<sub>A</sub> = 10<sup>-4,2</sup> = 6,31.10<sup>-5</sup>.

Si K<sub>A</sub> = 6,31.10<sup>-5</sup> l'acide dosé est l'acide benzoïque.

3. La solution initiale d'acide a un pH de 2,6, donc :

$$[H_3O^+] = 10^{-2,6} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[OH^-] = 10^{-11,4} = 3,98 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C_6H_5COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \approx [H_3O^+] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\log \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = pH - pK_A = 2,6 - 4,2 = -1,6$$

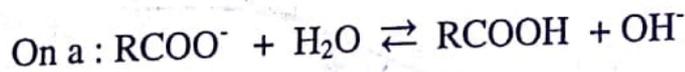
$$\text{On a donc : } \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = 10^{-1,6} = 2,5 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{et } [C_6H_5COOH] = \frac{[C_6H_5COO^-]}{2,5 \cdot 10^{-2}} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_A = [C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-] = 0,1 + 2,5 \cdot 10^{-3} \approx 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

4. Calculons la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de calcium.



$$[RCOOH] \approx [OH^-] \text{ et } [RCOO^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = C_B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K_A = [H_3O^+] \times \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} = [H_3O^+] \times [H_3O^+] \frac{[RCOO^-]}{[RCOOH] \times [H_3O^+]}$$

$$\text{Comme } [RCOOH] \approx [OH^-] \text{ et } [RCOO^-] = C_B$$

$$K_A = [H_3O^+] \times [H_3O^+] \frac{C_B}{[OH^-] \times [H_3O^+]} = [H_3O^+] \times [H_3O^+] \frac{C_B}{10^{-14}}$$

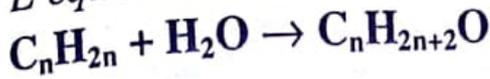
$$K_A = [H_3O^+]^2 \frac{C_B}{10^{-14}} \text{ et } \log K_A = 2 \log [H_3O^+] + \log C_B - \log 10^{-14}$$

$$-pK_A = -2pH + \log C_B + 14$$

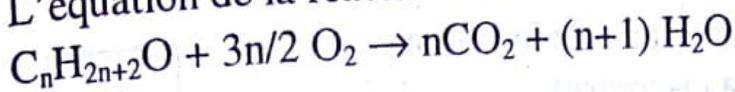
$$pH = \frac{1}{2}(pK_A + \log C_B + 14) = \frac{1}{2}(4,2 + \log 5 \cdot 10^{-2} + 14) = 8,45$$

## EXERCICE 5

1. L'équation de la réaction est :



2. a. L'équation de la réaction est :



b.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{nM_{CO_2}}{(n+1)M_{H_2O}} \Rightarrow \frac{11}{6} = \frac{44n}{18(n+1)}$$

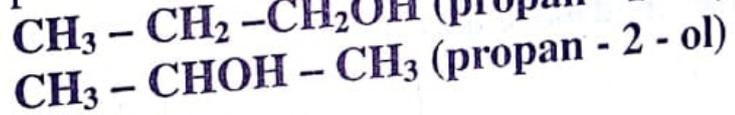
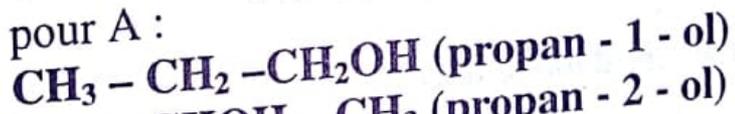
$$\Rightarrow 264n = 198n + 198 \Rightarrow n = 3$$

La formule brute de A est  $C_3H_8O$ , c'est le propanol.

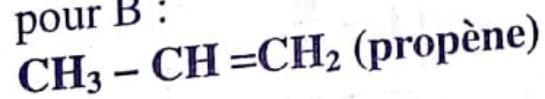
La formule brute de B est  $C_3H_6$ , c'est le propène.

c. Les formules semi-développées possibles sont :

pour A :

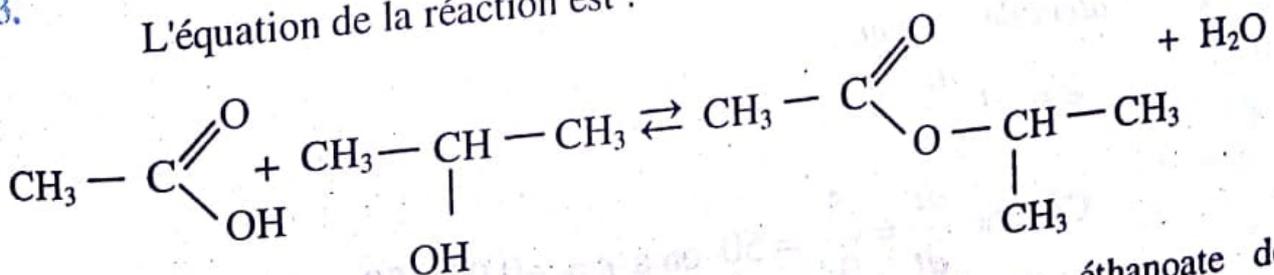


pour B :



3.

L'équation de la réaction est :



Le nom de l'ester est éthanoate d'isopropyle ou éthanoate de méthyléthyle.

EXERCICE 1

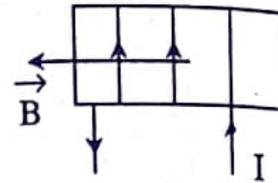
1.

- a. Caractéristiques du vecteur champ magnétique créé à l'intérieur de la bobine :

direction : parallèle à l'axe de la bobine  
sens : (voir schéma ci-contre)

$$\text{module : } B = 12,6 \text{ mT}$$

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \times 1000 \times 5}{0,5}$$



$$B = 1,26 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

- b. Calcul du flux propre :

$$\Phi = N \cdot B \cdot S$$

A.N :

$$\Phi = 1000 \times 1,26 \cdot 10^{-2} \times 200 \cdot 10^{-4} = 0,25 \text{ Wb}$$

Calcul du coefficient d'inductance :

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$\text{A.N : } L = \frac{0,25}{5} = 0,05 \text{ H}$$

- c. Calcul de la f.e.m. :

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Comme } \frac{di}{dt} = \frac{5}{0,1} = 50 \text{ on a } e = -0,05 \times 50 = -2,5 \text{ V}$$

$$e = -2,5 \text{ V.}$$

2.

- a. Résistance de la bobine :

$$U_{MN} = (R + r)I_1 \Rightarrow r = \frac{U_{MN}}{I_1} - R = \frac{9}{0,2} - 30 = 15 \Omega$$

En utilisant les résultats de b, on a :

$$U_{MN} = ZI_2 = \sqrt{(R+r)^2 + L^2\omega^2} I_2$$

$$\Rightarrow Z^2 = (R+r)^2 + L^2\omega^2 \Rightarrow L^2\omega^2 = Z^2 - (R+r)^2$$

$$\text{et } L = \frac{\sqrt{Z^2 - (R+r)^2}}{\omega}$$

$$\text{comme } Z = \frac{U_{MN}}{I_2} = \frac{110}{2} = 55 \Omega \text{ on a :}$$

$$L = \frac{\sqrt{55^2 - (30+15)^2}}{2\pi \times 100} = 0,05 \text{ H} = 50 \text{ mH}$$

b. L'impédance de la bobine dans le cas 2 :

$$Z_B = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2}$$

$$Z_B = 35 \Omega$$

La tension aux bornes de la bobine ( $U_B$ ) est donnée par :

$$U_B = Z_B \cdot I_2 = 35 \times 2 = 70 \text{ V.}$$

La tension aux bornes du résistor ( $U_R$ ) est donnée par :

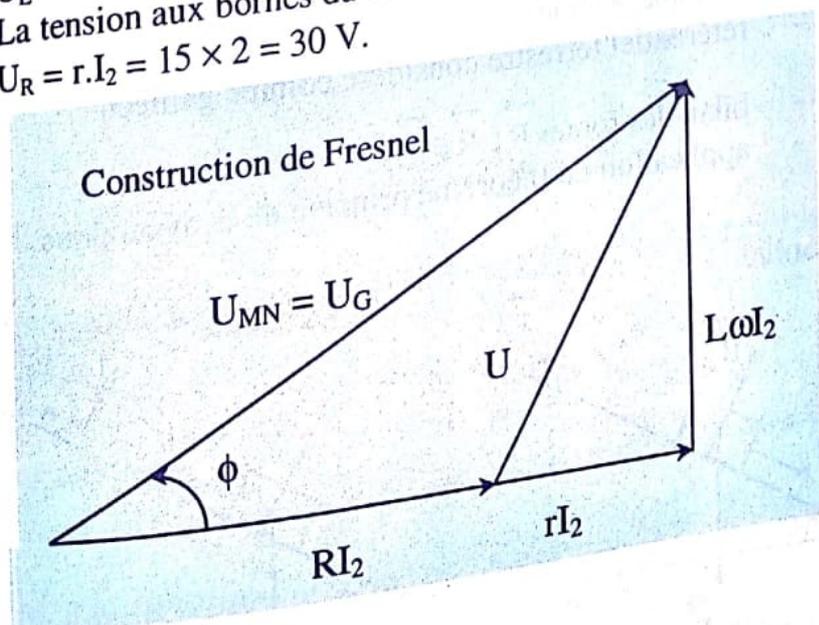
$$U_R = R \cdot I_2 = 30 \times 2 = 60 \text{ V.}$$

La tension aux bornes de la bobine idéale est donnée par :

$$U_L = L\omega I_2 = 0,05 \times 200\pi \times 2 = 63,8 \text{ V}$$

La tension aux bornes du résistor ( $r$ ) est donnée par :

$$U_r = r \cdot I_2 = 15 \times 2 = 30 \text{ V.}$$



Calculons le facteur de puissance :

$$\cos\Phi = \frac{(R+r)I_2}{U_{MN}} = \frac{45 \times 2}{110} = 0,82$$

c.  $\cos \Phi = 1 \Rightarrow \Phi = 0$ . La capacité du condensateur montée en série doit être telle que  $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$ , soit :

$$C = \frac{1}{L\omega^2}$$

A.N. :

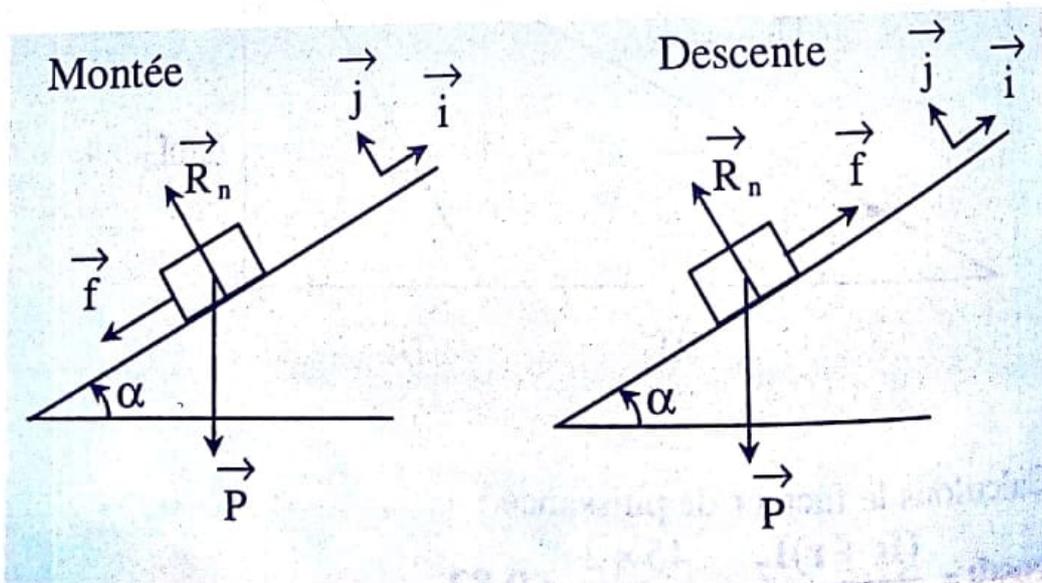
$$C = \frac{1}{0,05 \times 4\pi^2 \times 100^2} = 50 \mu\text{F}.$$

C'est un circuit résonant.

## EXERCICE 2

1. Le système considéré est le solide M.  
Les forces s'exerçant sur le solide M sont :

- son poids  $\vec{P}$
- la réaction normale du plan  $\vec{R}_n$
- la force de frottement  $\vec{f}$
- système (solide)
- référentiel terrestre considéré comme galiléen
- bilan des forces  $\vec{P}, \vec{R}, \vec{f}$
- application du théorème principe de la dynamique



On a :

$\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m \vec{a}_1$	$\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m \vec{a}_2$
En projetant sur un axe parallèle au plan incliné, on a :	
<p>A la montée :</p> $-mg \sin \alpha - f = ma_1$ $a_1 = -\frac{mgsin\alpha + f}{m}$ <p>L'accélération est constante donc le mouvement est <b>uniformément varié</b> : (retardé)</p>	<p>à la descente :</p> $-mg \sin \alpha + f = ma_2$ $a_2 = -\frac{mgsin\alpha - f}{m}$ <p>L'accélération est constante donc le mouvement est <b>uniformément varié</b> : (accélééré)</p>

2. L'expression de  $v_1$  est :

$$v_1 = a_1 t + v_A.$$

Soit  $t_0$ , la date à laquelle s'annule  $v_1$ .

$$\text{On a } v_2 = a_2 (t - t_0) = a_2 t - a_2 t_0.$$

$$\text{Calculons } t_0 : 0 = a_1 t_0 + v_A, \text{ d'où } t_0 = -v_A/a_1.$$

$$\text{L'expression de } v_2 \text{ est donc : } v_2 = a_2 t + \frac{a_2 v_A}{a_1}$$

3.

a. Pour  $a_1$  on a :  $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-12}{2} = -6 \text{ m.s}^{-2}.$

Pour  $a_2$  on a :  $a_2 = \frac{\Delta v'}{\Delta t'} = \frac{-12-0}{3} = -4 \text{ m.s}^{-2}.$

b. On a vu que :

$$a_1 = -\frac{mg \sin \alpha + f}{m} \text{ et que } a_2 = -\frac{mg \sin \alpha - f}{m}$$

faisons la somme  $a_1 + a_2$

$$a_1 + a_2 = -2mg \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{-2g}$$

$$\sin \alpha = \frac{-6 - 4}{-2 \times 10} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

Faisons la différence  $a_1 - a_2$

$$a_1 - a_2 = -\frac{2f}{m} \Rightarrow f = -m \frac{a_1 - a_2}{2} = -0,2 \frac{(-6 + 4)}{2} = 0,2 \text{ N .}$$

c. Soit  $d$  la distance parcourue par M avant d'amorcer la descente, on a :

$$0 - v_A^2 = 2a_1 d \Rightarrow d = -\frac{v_A^2}{2a_1}$$

Soit  $v'_A$  la vitesse avec laquelle M repasse en A en descendant, on a  $v'_A = 2a_2(-d)$

$$\text{En remplaçant } d \text{ par sa valeur, on a : } v_A'^2 = 2a_2 \frac{v_A^2}{2a_1} = v_A^2 \frac{a_2}{a_1}$$

$$\text{et } v'_A = v_A \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} = 12 \sqrt{\frac{-4}{-6}} = 9,8 \text{ m.s}^{-1}$$

La variation d'énergie mécanique du système M entre le premier et le second passage en A est égale à la variation d'énergie cinétique :  
Calculons le travail de la force de frottement :

$$\Delta E = \frac{1}{2} m (V_A'^2 - V_A^2) = 4,18 \text{ J}$$

$$W(\vec{f}) = -2df \text{ avec } d = -\frac{V_A^2}{2a_1}$$

$$W(\vec{f}) = 2 \times 0,2 \times \left( -\frac{12^2}{2 \times (-6)} \right) = -4,8$$

$$W(\vec{f}) = -4,8 \text{ J}$$

On a bien

$$\Delta E = W(\vec{f}).$$

### EXERCICE 3 .....

Voir tableau de synthèse en annexe.

A l'équivalence acido-basique on a  $C_A V_A = C_B V_B = \text{nombre de moles d'acide} = n_C$ .

$$n_C = C_B V_B = 0,4 \times 25 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol.}$$

Le nombre de moles de C est égal au nombre de moles de A :

$$n_C = n_A = 10^{-2} \text{ mol.}$$

Calculons  $n_{\text{prop}}$ , le nombre de moles de propène dans 3,36 g :

$$(M_{\text{propène}} = 42 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

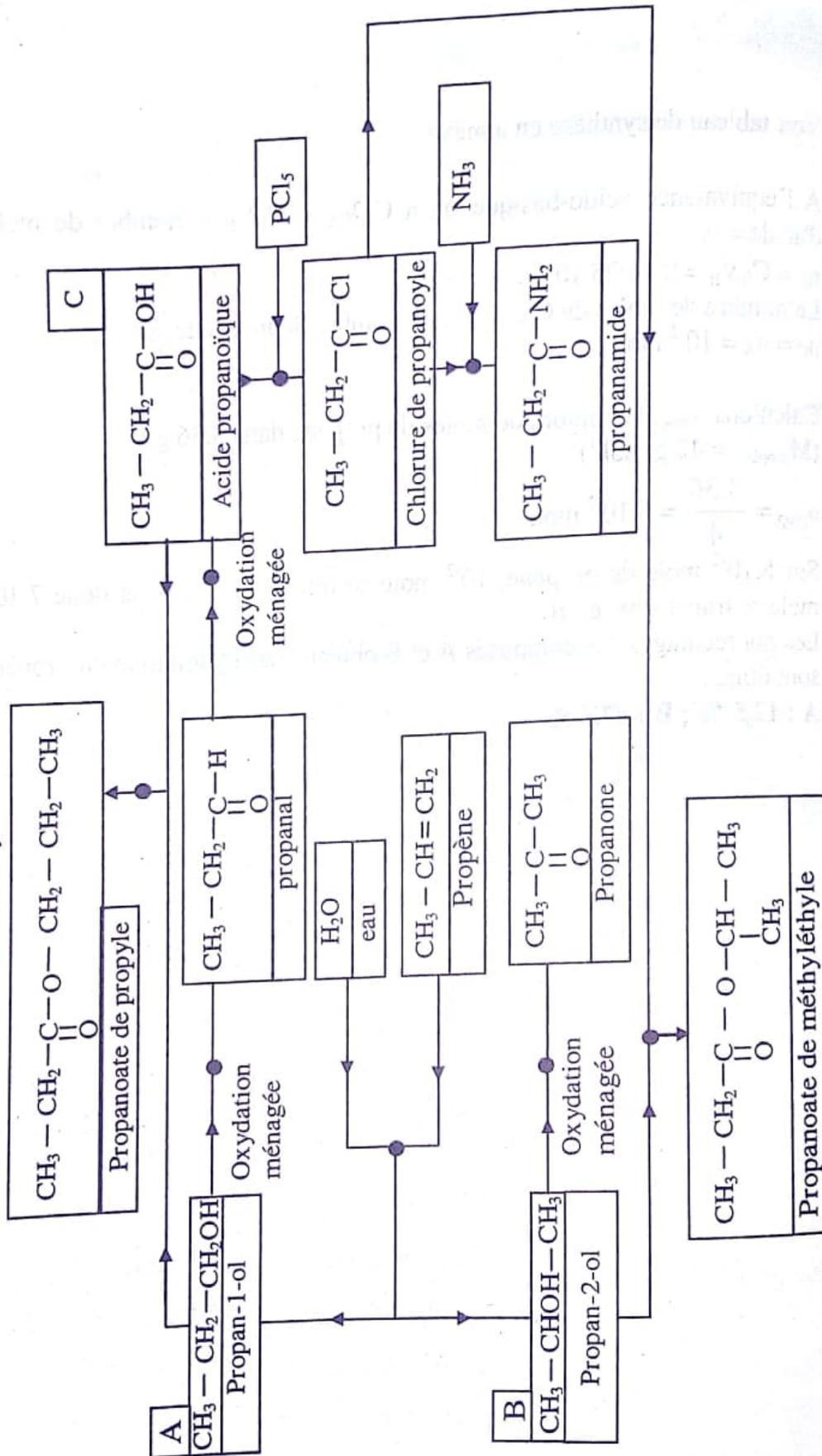
$$n_{\text{prop}} = \frac{3,36}{42} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Sur  $8 \cdot 10^{-2}$  mole de propène,  $10^{-2}$  mole se transforme en A et donc  $7 \cdot 10^{-2}$  mole se transforme en B.

Les pourcentages des composés A et B obtenus par hydratation du propène sont donc :

$$\mathbf{A : 12,5 \% ; B : 87,5 \%}$$

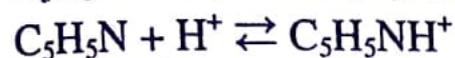
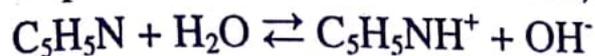
Tableau de synthèse



## EXERCICE 4

1. Pour mettre en évidence le caractère basique de la pyridine, on procède par pH-métrie ou en utilisant un indicateur coloré.

2. Une base au sens de Brønsted est une molécule ou un ion pouvant accepter un proton. Par réaction avec l'eau, on aura :



$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$  (ion pyridinium) est l'acide conjugué de la pyridine.

3. On a :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8,6} = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ .

$$[\text{OH}^-] = 10^{-14} / 10^{-8,6} = 10^{-5,4} = 3,98 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$[\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$  d'où  $[\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+] = [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+]$  en négligeant  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  :

$$[\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+] = [\text{OH}^-] = 3,98 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] + [\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+] = C$  (concentration de la pyridine)

$$C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] = C - [\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+] = 10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-6} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

4. La pyridine est une base faible car au regard de ces résultats, on voit qu'elle n'est pas complètement ionisée.

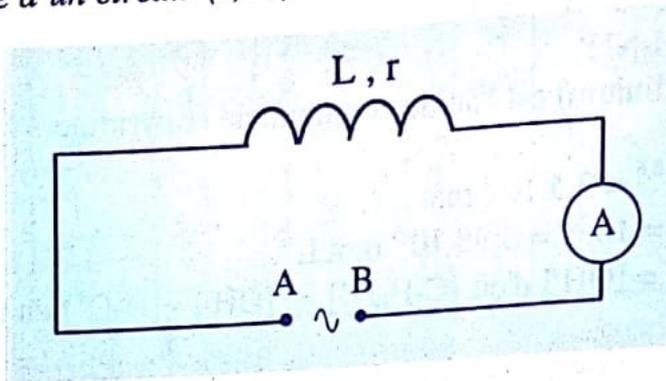
$$K_A = \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_5\text{H}_6\text{N}^+]} = \frac{10^{-2} \times 2,5 \cdot 10^{-9}}{3,98 \cdot 10^{-6}} = 6,28 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{p}K_A = -\log K_A = -\log 6,28 \cdot 10^{-6} = 5,2$$

6. Par définition, la force d'une base faible croît si son  $\text{p}K_A$  croît. La pyridine, de  $\text{p}K_A$  égal à 5,2 est donc une base plus faible que l'ammoniac de  $\text{p}K_A$  égal à 9,2.

EXERCICE 1 .....

1. Etude d'un circuit (r, L)



- a. Montrons que la bobine possède une résistance.  
S'il n'y a pas de résistance dans le circuit, on doit avoir :  
 $Z = Z_L$  où  $Z$  est l'impédance du circuit et  $Z_L$  celle de la bobine seule.

$$Z = 530 \Omega$$

$$Z_L = L\omega \quad Z_L = 0,6 \cdot 200 \cdot \pi = 377$$

$$Z_L = 377 \Omega$$

$Z_L < Z$ ; la bobine possède donc une résistance  $r$ , qui permet au circuit d'avoir l'impédance  $Z = 530 \Omega$ .

- b. Calcul de la valeur de la résistance  $r$

$$Z = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2} = \frac{U}{I} \quad \text{et} \quad r^2 + L^2\omega^2 = \frac{U^2}{I^2} = \frac{U_m^2}{2I^2} \quad \text{d'où}$$

$$r = \sqrt{\frac{U_m^2}{2I^2} - L^2\omega^2}$$

A.N. :

$$r = \sqrt{\frac{240^2}{2 \times 0,32^2} - 0,6^2 \times (200\pi)^2}$$

$$r = 373 \Omega$$

c. Expression et calcul de la puissance moyenne absorbée par la bobine

$P = rI^2 + U_L I \cos\varphi$  avec  $\varphi = \pi/2$  ; c'est l'avance de  $U_L$  par rapport à  $i$ .

$$P = rI^2$$

A.N.:  $P = 373 \times (0,32)^2 = 38,2$

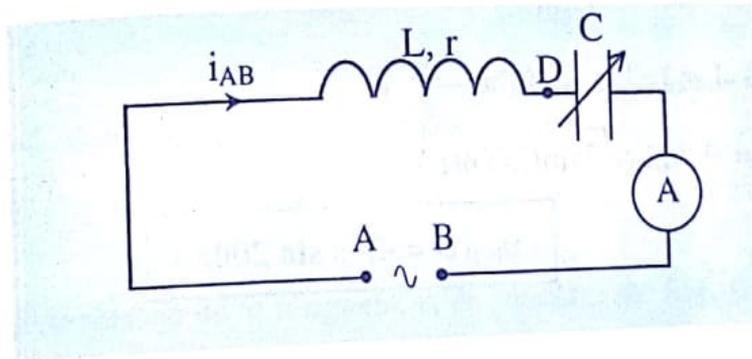
**$P = 38,2 \text{ W}$**

d. Comparons  $P$  et  $P'$

$P = 38,2 \text{ W}$  et  $P' = 38 \text{ W}$

La valeur trouvée par le calcul est pratiquement égale à celle mesurée. Cela confirme bien l'existence de la résistance  $r$ , sans laquelle la puissance absorbée par la bobine serait nulle.

2. Etude d'un circuit ( $r, L, C$ )



a. Nouvelles valeurs indiquées par l'ampèremètre et le wattmètre.

• nouvelle valeur de l'intensité efficace:

à la résonance d'intensité :  $Z = r = \frac{U}{I_0}$

$$I_0 = \frac{U_m}{r\sqrt{2}}$$

$$I_0 = \frac{240}{373\sqrt{2}} = 0,455$$

**$I_0 = 0,455 \text{ A} = 455 \text{ mA}$**

• nouvelle valeur de la puissance absorbée par la bobine :

$$P_o = r \cdot I_o^2$$

A.N.:  $P_o = 373 \cdot (0,455)^2 = 77,2$

**$P_o = 77,2 \text{ W}$**

b. Expressions de  $i_{AB}(t)$  et  $u_{BD}(t)$

•  $i_{AB}(t)$

$$i_{AB}(t) = I_m \cos \omega_0 t$$

on est à la résonance  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2}$

La fréquence est imposée par le générateur d'où :

$$\omega_0 = 200\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

A.N. :  $C = \frac{1}{0,6.(200\pi)^2} = 4,2.10^{-6}$

$$C = 4,2.10^{-6} \text{ F} = 4,2\mu\text{F}$$

$$i_{AB}(t) = I_0\sqrt{2} \cos(200\pi t)$$

$$i_{AB}(t) = 0,64\cos(200\pi t)$$

•  $u_{BD}(t)$

$$u_{BD}(t) = -u_C(t) = -\frac{I_m}{C_0\omega} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$$

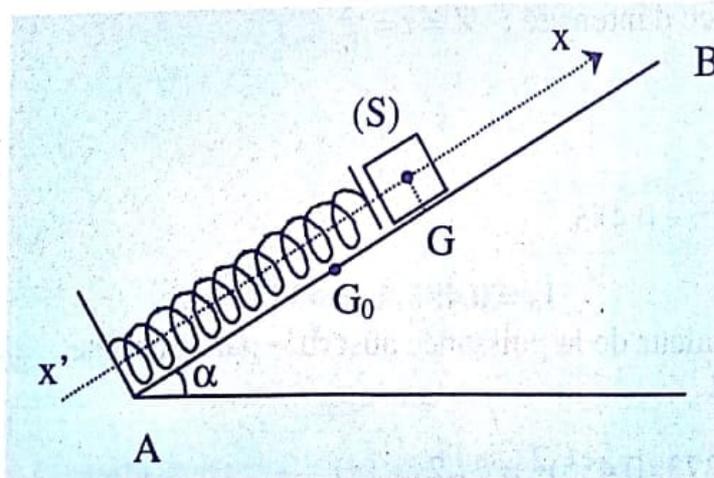
$$u_{BD}(t) = -L\omega_0 I_0\sqrt{2} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{BD}(t) = -L\omega_0 I_0\sqrt{2} \sin(200\pi t)$$

$$u_{BD}(t) = -243 \sin 200\pi t$$

## EXERCICE 2

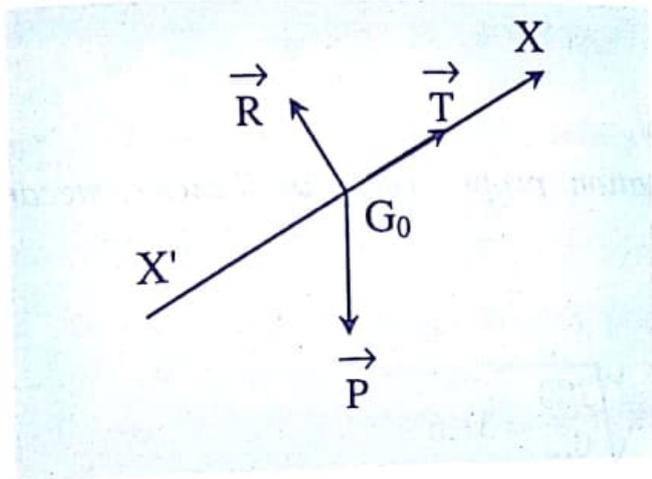
### 1. Equilibre du système



a. Inventaire des forces appliquées au mobile.

- Inventaire des forces.

Le mobile est soumis à : son poids  $\vec{P}$ , la réaction du plan incliné  $\vec{R}$  et la tension du ressort  $\vec{T} = k \cdot \overrightarrow{G_0G}$



- L'équilibre est traduit par la relation :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

b. Expression de la longueur  $l_1$  en fonction de  $l_0, m, g, \alpha$  et  $k$

projetons l'équation  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$  ;

sur l'axe  $(x', x)$  :  $-P \sin \alpha + k(l_0 - l_1) = 0$

$$l_1 = l_0 - \frac{mgs \sin \alpha}{k}$$

$$l_1 = 0,1 - \frac{0,2 \cdot 10 \cdot \sin 20^\circ}{200}$$

$$l_1 = 0,096$$

$$l_1 = 9,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

2. Mouvement du mobile lié au ressort.

a. Nature du mouvement de G.

Le mobile est astreint à se déplacer suivant l'axe  $(x', x)$  et son équation horaire est de la forme:  $x = x_m \sin(\omega t + \varphi)$  ; le mouvement est rectiligne et sinusoïdal.

b. Détermination des grandeurs  $x_m$ ,  $\omega_0$  et  $\varphi$

•  $x_m$  = amplitude du mouvement (ou élongation maximale)

Le centre d'inertie du mobile (G) va osciller entre les positions d'abscisses :  $-x_m$  et  $+x_m$ .

$$\text{à } t = 0 \text{ s, } x_0 = -x_m \quad x_m = l_1 - \frac{l_0}{4}$$

$$x_m = 9,7 - \frac{10}{4}$$

$$x_m = 7,2 \text{ cm}$$

•  $\omega_0$  est la pulsation propre (de l'oscillateur mécanique ainsi constitué).

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{A.N. : } \omega_0 = \sqrt{\frac{200}{0,2}} = 31,6$$

$$\omega_0 = 31,6 \text{ rad.s}^{-1}$$

$\varphi$  est la phase à l'origine des dates.

À  $t = 0$  s,  $x = x_m \sin \varphi = -x_m$  d'où,  $\sin \varphi = -1$  et

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

c. Instant où le mobile passe pour la première fois par  $G_0$

D'après ce qui précède, l'équation horaire du mouvement s'écrit:

$$x = 7,2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x = 7,2 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(31,6t - \frac{\pi}{2}\right).$$

A l'instant de passage en  $G_0$  :  $x(t_0) = 0$  ; ce qui entraîne

$$\sin\left(\omega_0 t_0 - \frac{\pi}{2}\right) = 0 \quad \text{soit} \quad \omega_0 t_0 - \frac{\pi}{2} = 0 \quad \text{d'où}$$

$$t_0 = \frac{\pi}{2\omega_0}$$

$$\text{A.N. : } t_0 = \frac{3,14}{2 \cdot 31,6} \quad t_0 = 0,05 \text{ s}$$

- Valeur de la vitesse ( $v_{G0}$ ) au passage en  $G_0$

$$V(t) = \frac{dx}{dt}$$

$$V(t) = X_m \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$V_{G0} = V(t_0) = X_m \omega_0 \cos(\omega_0 t_0 + \varphi) \text{ or } \omega_0 t_0 = \frac{\pi}{2} \text{ d'où}$$

$$V_{G0} = X_m \omega_0$$

$$\text{A.N.: } V_{G0} = 0,072 \times 31,6$$

$$V_{G0} = 2,3 \text{ m.s}^{-1}$$

### 3. Etude du mouvement du mobile propulsé par le ressort

#### a. Nature du mouvement de (S)

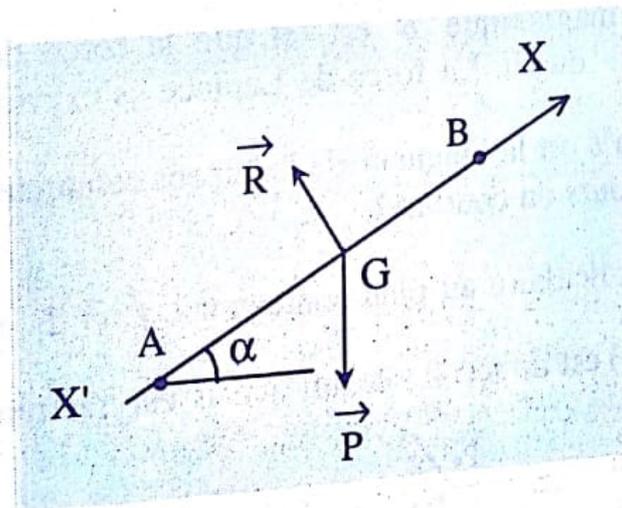
Détaché du ressort, le solide n'est plus soumis qu'à son poids et à la réaction du plan. Appliquons à (S) le théorème du centre d'inertie, dans un repère terrestre supposé galiléen.

$$\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$$

par projection sur l'axe (X', X) :  $-mg \sin \alpha + 0 = ma_x$

$$a_x = -g \sin \alpha$$

$a_x$  est une constante, le mouvement est rectiligne uniformément varié.



#### b. Vitesse de (S) en B

Pour un mouvement rectiligne uniformément varié, les carrés des vitesses, l'accélération et la distance parcourue sont liés par la relation:

$$V_B^2 - V_{G0}^2 = 2 a \Delta x$$

$$V_B = \sqrt{V_{G0}^2 - 2g(AB - l_1) \sin a}$$

$$V_B = \sqrt{(2,28)^2 - 2 \cdot 10(0,5 - 0,0966) \sin 20^\circ}$$

$$V_B = 1,57 \text{ m.s}^{-1}$$

c. Date d'arrivée du mobile en B

$$V_i = a\Delta t + V_{G0} = a(t_i - t_0) + V_{G0} \text{ donc}$$

$$V_B = a(t_B - t_{G0}) + V_{G0} \text{ et comme } a = -g \sin \alpha ;$$

$$t_B = t_{G0} + \frac{V_B - V_{G0}}{-g \sin \alpha}$$

$$\text{A.N. : } t_B = 0,05 + \frac{1,56 - 2,3}{-10 \cdot \sin 20^\circ}$$

$$t_B = 0,21 \text{ s}$$

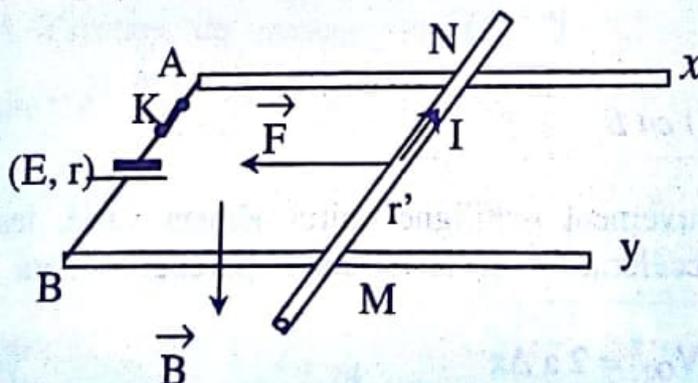
### EXERCICE 3

1. Interrupteur fermé et la tige immobile

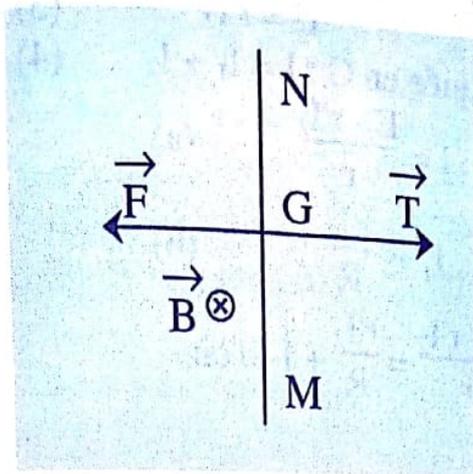
a. Caractéristiques du champ magnétique  $\vec{B}$

Le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  est tel que la force de Laplace s'oppose à la tension du fil. La force de Laplace s'exprime comme suit:  $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$  où  $\vec{\ell}$  est la longueur de l'élément conducteur orienté dans le sens de parcours du courant I.

Donc  $\vec{B}$  est perpendiculaire au plan contenant I.  $\vec{\ell}$  et  $\vec{F}$  est tel que le trièdre  $(I, \vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F})$  est direct. Il s'ensuit que  $\vec{B}$  est rentrant.



Une vue de dessus de la tige (MN)



b. Valeur de l'intensité du courant

À l'équilibre de la tige on a  $\vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$

Soit  $F = T$

$F = T \Rightarrow IB\ell = mg \Rightarrow$

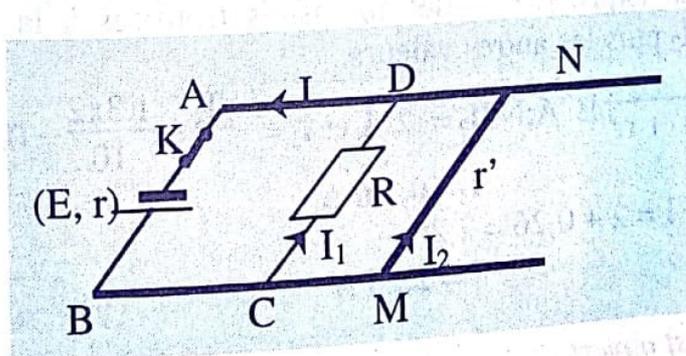
$$I = \frac{mg}{B\ell}$$

A.N. :  $I = \frac{0,02 \times 10}{0,5 \times 0,2} = 2$

$I = 2 \text{ A}$

2.

a. Schéma indiquant le sens du courant dans chaque branche du circuit



b. Expression de la f.é.m. (E) nécessaire à l'équilibre de la tige.  
 Ecrivons les expressions de la loi d'Ohm aux bornes des différentes branches.  
 U étant la tension commune aux bornes des 3 branches en dérivation on écrira :

branche (AB) :  $U = E - rI$  (1)

$$\text{branche (CD)} \quad : \quad U = RI_1 \quad (2)$$

$$\text{branche (MN)} \quad : \quad U = r'I_2 \quad (3)$$

$$\text{Loi des nœuds appliquée en C} : I = I_1 + I_2 \quad (4)$$

$$\text{De (1) et (3) on tire : } I = \frac{E - r'I_2}{r} \quad (a)$$

$$\text{De (2) et (3) on tire : } I_1 = \frac{r'I_2}{R} \quad (b)$$

$$(4), (a) \text{ et } (b) \Rightarrow \frac{E - r'I_2}{r} = \frac{r'I_2}{R} + I_2 \text{ d'où}$$

$$I_2 = \frac{R}{Rr + Rr' + rr'} E$$

La tige MN est traversée par un courant d'intensité  $I_2$  ; la force de Laplace a donc pour expression :  $F = I_2 B \ell$ .

$$\text{A l'équilibre } F = mg \text{ d'où } I_2 = \frac{mg}{B\ell} = \frac{R}{Rr + Rr' + rr'} E$$

$$E = \frac{mg}{B\ell} \left( \frac{Rr + Rr' + rr'}{R} \right)$$

$$\text{A.N. : } E = 2 \times \frac{(10 \times 1,3) + (1,3 \times 1,5) + (10 \times 1,5)}{10} = 6$$

$$E = 6 \text{ V}$$

### c. Valeurs des intensités des courants

A partir des expressions des intensités trouvées à la question b., on calcule  $I_2$  puis les autres valeurs.

$$I_2 = \frac{R}{Rr + Rr' + rr'} E \quad \text{A.N. } I_2 = 2 \text{ A et } I_1 = \frac{r'I_2}{r} = \frac{1,3 \times 2}{10} = 0,26$$

$$I_1 = 0,26 \text{ A}$$

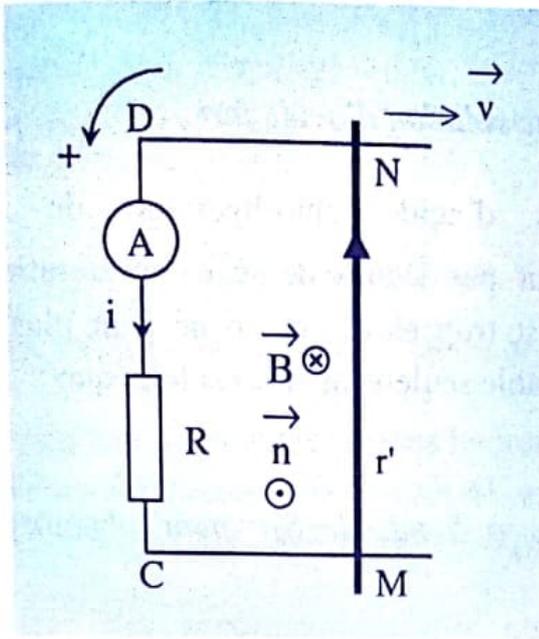
$$I = I_1 + I_2 ; I = 2 + 0,26 = 2,26$$

$$I = 2,26 \text{ A}$$

### 3. L'interrupteur est ouvert

#### a. Phénomènes observés

La tige n'étant plus traversée par un courant, elle n'est plus soumise à la force électromagnétique de Laplace. Elle va donc se déplacer sous l'action de la tension du fil. Ce déplacement de la tige provoque une variation du flux à travers le circuit fermé CDN. Ce qui entraîne l'apparition d'une f.é.m. induite dans le circuit. Le courant qui en résulte va donc traverser l'ampèremètre.



Le courant induit  $i$  est tel que la force de Laplace qui en résulte, s'oppose au mouvement de la tige donc  $i$  est orienté dans le même sens que celui qui avait permis l'équilibre de la tige.

b. Expression de l'intensité du courant  $i$

$$i = \frac{e}{R + r'} \quad \text{où } e \text{ est la f.é.m. induite}$$

$$\text{Or } e = - \frac{d\phi}{dt} \quad \text{avec } \phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = S \vec{B} \cdot \vec{n} = S \cdot B \cos(\vec{B}, \vec{n})$$

En choisissant comme sens de parcours du circuit celui du courant, le vecteur unitaire  $\vec{n}$  normal à la surface ( $S$ ) est opposé à  $\vec{B}$ .

Ainsi,  $\phi = - B \cdot S = - B \ell x$ . Dans ces conditions,

$$e = - \frac{d(- B \ell x)}{dt} = B \ell \cdot \frac{dx}{dt} = B \ell v \quad \text{et}$$

$$i = \frac{B \ell}{R + r'} v$$

$$i = \frac{0,5 \times 0,2}{10 + 1,3} v \quad i = 0,01 \text{ A}$$

c. Valeur de  $i$  lorsque  $v = 0,5 \text{ m/s}$

$$i = (0,009) \cdot (0,5) = 0,0045 = 4,5 \cdot 10^{-3}$$

$$i = 4,5 \text{ mA}$$

## EXERCICE 4

### 1. Détermination du pH d'une solution d'acide fort

(S<sub>1</sub>) est une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $c_1 = 2,8 \text{ mol.L}^{-1}$ . On ne peut pas déduire de cette concentration le pH de la solution (S<sub>1</sub>). Car elle est trop élevée et on ne peut plus appliquer la relation  $\text{pH} = -\log c$ , valable seulement si  $c$  est telle que :

$$10^{-6} < c < 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2. Volume d'eau à ajouter à 5 mL de S<sub>1</sub> pour obtenir une solution décimolaire

Soit  $V_e$  ce volume ;

$$c_1 = 2,8 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } V_1 = 5 \text{ mL}$$

$$c_2 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } V_2 = V_1 + V_e ;$$

ici, on procède à une dilution de S<sub>1</sub> donc la quantité de matière d'acide ne change pas au cours de cette opération.

Soit  $C_1 V_1 = C_2 V_2 = C_2 (V_1 + V_e)$  d'où l'on tire :

$$V_e = \frac{C_1 - C_2}{C_2} V_1$$

$$\text{A.N : } V_e = \frac{5 \times (2,8 - 0,1)}{0,1} = 135$$

$$V_e = 135 \text{ mL}$$

### 3. Volume de solution de chlorure de sodium à ajouter à 5 mL de S<sub>1</sub> pour avoir $\text{pH} = 1,3$

Soit  $C_3$  la concentration en ions hydronium de la solution obtenue;

$$C_3 = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$C_3 = 10^{-1,3} = 5 \cdot 10^{-2}$$

$$C_3 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution de chlorure de sodium se comporte comme de l'eau distillée de volume  $V'_e$ .

$$V'_e = \frac{C_1 - C_3}{C_3} V_1$$

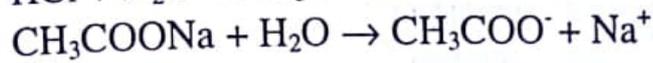
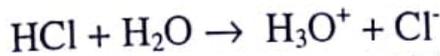
$$V'_e = \frac{5 \times (2,8 - 0,05)}{0,05} = 275$$

$$V'_e = 275 \text{ mL}$$

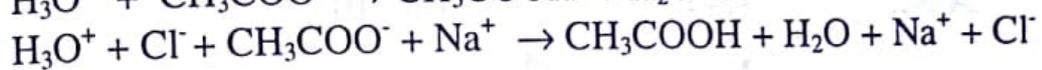
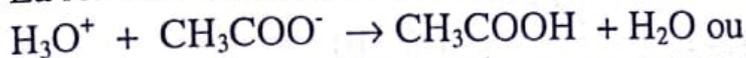
4. Réaction entre  $S_1$  et une solution d'éthanoate de sodium ( $2.10^2 \text{ mol.L}^{-1}$ )

a. Equation de la réaction

L'acide chlorhydrique et l'éthanoate de sodium se dissolvent dans l'eau selon les équations :



La réaction a lieu entre les ions hydronium et les ions éthanoate



b. Calcul des concentrations des espèces chimiques présentes en solution

Espèces chimiques présentes:

- les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
- les molécules  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $(\text{H}_2\text{O})$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,25} \text{ soit } [\text{H}_3\text{O}^+] = 5,65 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

Les ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) et les ions chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) ne réagissent pas.

En posant  $V_A =$  volume de  $(\text{HCl}) \text{ aq}$

et  $V_B =$  volume de  $(\text{CH}_3\text{COONa}) \text{ aq}$ , on a :

$$[\text{Na}^+] = \frac{C_B V_B}{V_B + V_A}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 140}{141} \approx 2 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{Na}^+] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{C_1 V_1}{V_B + V_A} \quad [\text{Cl}^-] = \frac{2,8 \times 1}{141} \approx 2 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

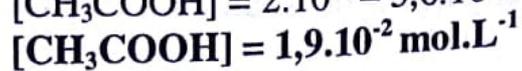
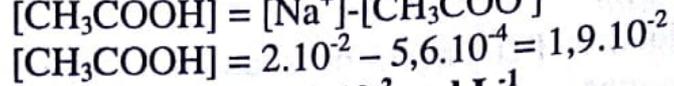
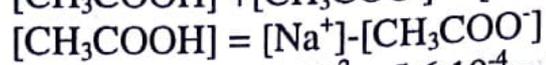
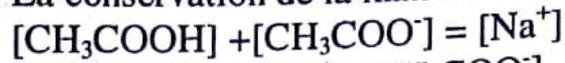
La neutralité électrique de la solution se traduit par :

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] + [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{Na}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ car } [\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

La conservation de la matière se traduit par :



• Valeur de la constante d'acidité ( $K_a$ ) du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

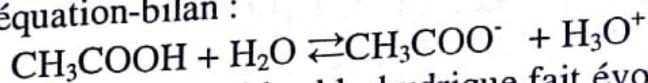
$$\text{Par définition } K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{A.N.: } K_a = \frac{(5,6 \cdot 10^{-4})^2}{1,94 \cdot 10^{-2}} = 1,62 \cdot 10^{-5}$$

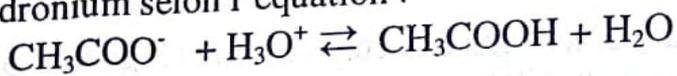
$$K_a = 1,62 \cdot 10^{-5}$$

*Influence de l'acide chlorhydrique sur la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.*

La réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau est une réaction réversible d'équation-bilan :



L'addition de l'acide chlorhydrique fait évoluer la réaction dans le sens de la consommation des ions hydronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Donc les ions éthanoate ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) issus de la dissociation partielle vont réagir avec des ions hydronium selon l'équation :



• *détermination du pH du mélange*

Etant donné que tous les ions éthanoates formés vont réagir pour donner des molécules d'acide éthanoïque, finalement le pH de la solution ne dépendra que des ions hydronium apportés par l'acide chlorhydrique.

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_m = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_a} \quad \text{avec} \quad V_1 = \text{volume d'acide chlorhydrique}$$

$$V_a = \text{volume d'acide éthanoïque}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_m = \frac{2,8}{280} = 10^{-2}$$

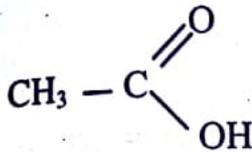
$$[\text{H}_3\text{O}^+]_m = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\text{Log}([\text{H}_3\text{O}^+]_m) = -\text{Log} 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 2$$

## EXERCICE 5

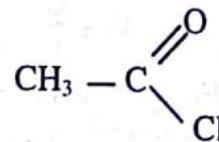
1. Formule semi-développée et nom de A :



Acide éthanoïque

2. Identification de composé B.

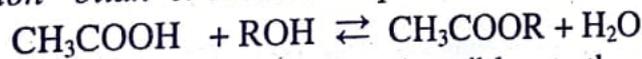
Formule semi-développée de B.  
B est le chlorure d'acyle issu de A;  
donc B est le chlorure d'éthanoyle de  
formule :



Chlorure d'éthanoyle

3. Réaction de A avec un alcool

- a. Equation - bilan et caractéristiques de la réaction :



Cette réaction est lente, limitée, réversible et athermique.

- b. Formules brute de l'ester et de l'alcool

Soit  $M_E$  la masse molaire moléculaire de l'ester :  $M_E = 29d$  où  $d$  est la densité de vapeur de l'ester.

$$M_E = 29 \times (3,51) = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Soit  $M_R$  la masse du groupement alkyle R. R est de la forme

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} \text{ (avec } n \in \mathbb{N} \text{)} \text{ et } M_R = 14n + 1$$

$$\text{Or } M_E = M(\text{CH}_3\text{COOR}) = 59 + M_R \quad M_E = 60 + 14n \quad \text{d'où}$$

$$n = \frac{M_E - 60}{14}$$

$$\text{AN: } n = 3$$

donc  $\text{R} = \text{C}_3\text{H}_7$  et l'ester a pour formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

Ainsi la formule brute de l'alcool est  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

• EXERCICE 1 ••••

1.

a. Calcul des valeurs de la vitesse et tracé de la courbe :  $v = f(t)$

• Calcul des valeurs de la vitesse.

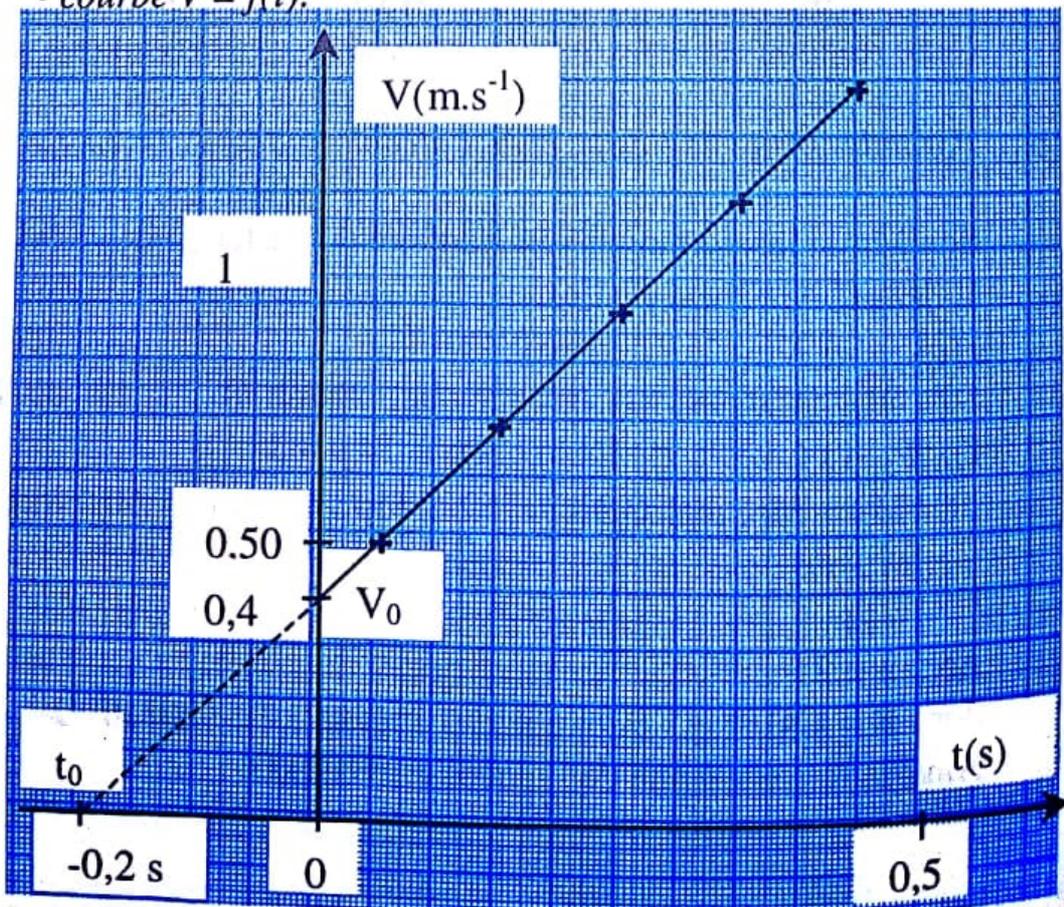
A chaque instant  $t_i$ , la vitesse a pour expression :

$$V_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\Delta x}{2\tau} \quad (\text{ici } \tau = 0,05 \text{ s})$$

En appliquant la relation ci-dessus, on obtient les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous .

$t_i$ (s)	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55
$\Delta X$ ( $10^{-2}$ m)	5	7	9	11	13	15
$v_i$ ( $m \cdot s^{-1}$ )	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5

• courbe  $V = f(t)$ .



b. Accélération, vitesse à  $t = 0$  s et date de départ du mobile

• L'accélération :  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  Graphiquement, on trouve :

$$a = 2 \text{ m.s}^{-2}$$

• La vitesse à la date  $t = 0$  s : C'est l'ordonnée à l'origine des dates de la courbe  $v = f(t)$ .  $v_0 = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$

• Date de départ du mobile : C'est la date où la vitesse est nulle. On trouve cette date en prolongeant la droite représentative de  $v = f(t)$  jusqu'à l'axe des abscisses.  $t_0 = -0,2$  s

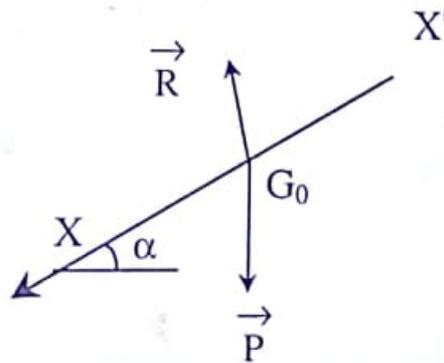
2. Expression de l'accélération du mobile et valeur de l'angle  $\alpha$

Système : le mobile

Référentiel : terrestre considéré comme galiléen

Inventaire des forces appliquées au système :

- le poids  $\vec{P}$
- réaction  $\vec{R}$ .



Appliquons le théorème du centre d'inertie au mobile  $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}$   
 La projection de cette relation suivant l'axe (X'X) donne  $P \sin \alpha = m a$  d'où  
 $a = g \sin \alpha$  et  $\sin \alpha = \frac{a}{g}$  AN:  $\sin \alpha = \frac{2}{10} = 0,2$  et  $\alpha = 11,54^\circ$

3. Caractéristiques de la réaction exercée par le plan incliné sur le mobile.

Le problème revient à la détermination des composantes normale et tangentielle de la réaction.

Des frottements existent; alors la réaction n'est plus normale au plan incliné. Ainsi, la projection de la relation vectorielle ci-dessus donne:

\* suivant (X', X),  $P \sin \alpha - R_x = m \cdot a$  d'où  $R_x = m (g \sin \alpha - a)$

$$\text{AN.: } R_x = 0,2 (10 \times \sin(20^\circ) - 2) = 0,284 \text{ N}$$

$$\mathbf{R_x = 0,284 \text{ N}}$$

\* suivant la normale au plan incliné,  $-P \cos \alpha + R_N = 0$

Soit :

$$\mathbf{R_N = mg \cdot \cos \alpha}$$

$$\text{A.N. : } R_N = 0,2 \times 10 \times \cos(20^\circ) = 1,88 \text{ N } \quad R_N = 1,88 \text{ N}$$

Norme de la réaction:

$$R = \sqrt{R_N^2 + R_X^2}$$

$$\text{A.N.: } R = \sqrt{1,88^2 + 0,284^2} = 1,90$$

$$R = 1,90 \text{ N}$$

Direction de la réaction : soit  $\theta$ , l'angle que fait la réaction avec la direction du plan incliné :

$$\tan \theta = \frac{R_N}{R_X} = \frac{1,88}{0,284}$$

$$\tan \theta = 6,62$$

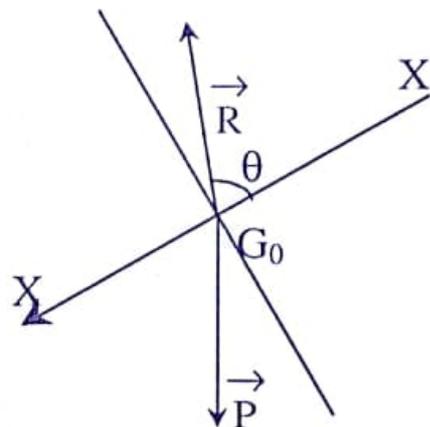
$$\theta = 81,4^\circ$$

Représentons les forces appliquées au mobile :

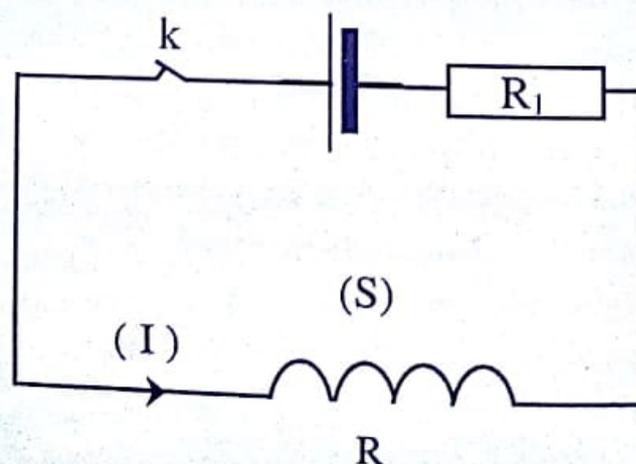
Echelles : 1N  $\leftrightarrow$  1cm

$$P = 2 \text{ N } \leftrightarrow 2 \text{ cm}$$

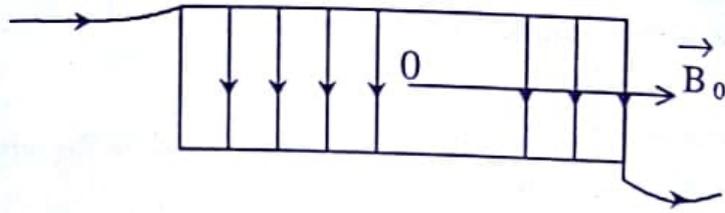
$$R = 1,9 \text{ N } \leftrightarrow 1,9 \text{ cm}$$



## EXERCICE 2



1. Représentation du vecteur Champ magnétique, calcul de sa norme.



Le sens du vecteur champ magnétique est donné par le bras gauche tendu de l'Observateur d'Ampère, couché sur une spire de façon que le courant le traverse des pieds à la tête et regardant au centre de la spire.

• Calcul de la norme du vecteur champ magnétique :

$$B_0 = \mu_0 n I_0 \text{ avec } I_0 = \frac{U_0}{R + R_1}$$

$$U_0 = U_R + U_{R_1} = 2xU = 2 \text{ V}$$

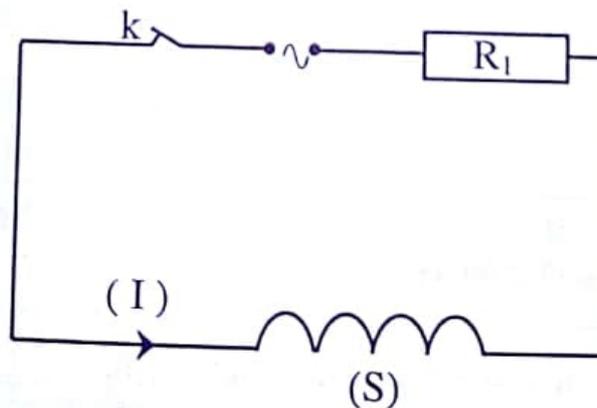
En effet la tension aux bornes de la bobine est la même que celle mesurée aux bornes du conducteur ohmique. ( $R = R_1$ )

A.N. :  $I_0 = 2/20 = 0,1 \text{ A}$

$$B_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \times 2000 \times (0,1) = 2,51 \cdot 10^{-4}$$

$$B_0 = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

2. Circuit (R,L) en régime sinusoïdal forcé



a. Calcul du coefficient d'auto-induction (L) du solénoïde

Le flux propre à travers le solénoïde a pour expression :

$$\phi = NBS = LI_0. \text{ Or, } N = n \cdot \ell ; S = \pi(D^2/4) ; B = \mu_0 \cdot nI_0 \text{ d'où}$$

$$\phi = \mu_0 \pi n^2 \cdot (D^2/4) = \pi^2 n^2 D^2 \cdot 10^{-7} I_0 = LI_0 \text{ et}$$

$$L = (\pi n D)^2 \cdot 10^{-7} \cdot \ell$$

A.N. :  $L = 10 \times (2000 \times 0,05)^2 \times (0,8) \cdot 10^{-7} = 8 \cdot 10^{-7}$

$$L = 8 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

- b. *Expression de l'intensité du courant en fonction du temps.*  
 La courbe représentative de l'intensité en fonction du temps  $i(t)=f(t)$  montre qu'elle varie comme une fonction sinusoïdale. Elle est donc de la forme :

$$i(t) = I_m \cdot \cos(\omega t + \varphi) \text{ avec } I_m = 10^{-1} \cdot \sqrt{2}$$

$$\text{à } t = 0, i(0) = I_m \cos \varphi = I_m \text{ d'où } \cos \varphi = 1$$

Soit  $\varphi = 0 \text{ rad}$

$$\omega_0 = 2\pi / T \text{ Ici, } T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s d'où,}$$

$$\omega_0 = 1000\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

Finalement,

$$i(t) = 10^{-1} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(1000\pi t)$$

- c. *Expression de la f.é.m. d'auto-induction  $e(t)$*

$$e(t) = -L \frac{di}{dt} = LI_m \cdot \omega_0 \sin(\omega_0 t)$$

$$e(t) = 3,55 \sin(1000\pi t)$$

- d. *Expression de la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur :*

Cette tension est de la forme  $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{avec } U_m = I_m \sqrt{(R+R_1)^2 + (L\omega)^2}$$

$$U_m = 10^{-1} \cdot \sqrt{2} \times \sqrt{(10+10)^2 + (8\pi)^2} = 3,2\sqrt{2}$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{L\omega}{R + R_1} \quad \text{tg} \varphi = \frac{8 \cdot 10^{-3} \times 1000\pi}{20} = 1,257$$

$$\varphi = 51,5^\circ \text{ ou } \varphi = 0,9 \text{ rad}$$

$$u(t) = 3,2\sqrt{2} \cos(1000\pi t + 0,9)$$

- e. *Valeur de la capacité du condensateur*

à la résonance on a :  $LC\omega^2 = 1$

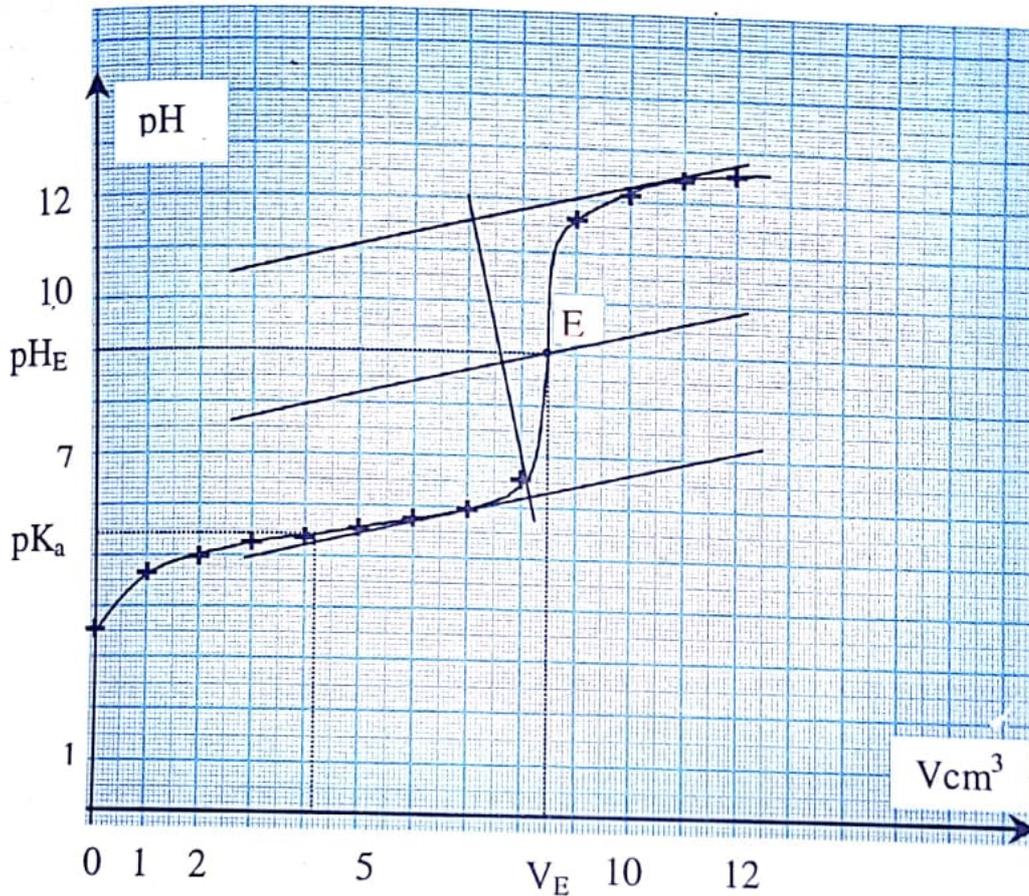
$$\text{alors } C = \frac{1}{L\omega^2}$$

$$\text{A.N. : } C = \frac{1}{8 \cdot 10^{-3} \times (1000\pi)^2}$$

$$C = 12,5 \mu\text{F}$$

### EXERCICE 3 ....

- $C_9H_8O_4 + OH^- \rightarrow C_9H_7O_4^- + H_2O$
- Courbe  $pH = f(v_B)$



- Lorsque  $v_B$  est très grand, le pH tend vers celui d'une solution de concentration  $c_B = 0,33 \text{ mol.L}^{-1}$

$$\text{Soit } c_B = [OH^-] \Rightarrow pH_{\text{lim}} = -\log [H_3O^+] = -\log \frac{k_e}{[OH^-]} = -\log \frac{10^{-14}}{0,33}$$

$$\Rightarrow pH_{\text{lim}} = 13,52$$

$$\text{Remarque : } pH_{\text{lim}} = 14 + \log c_B.$$

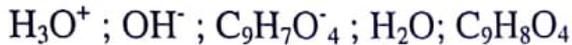
- Le point d'équivalence est déterminé par la méthode des tangentes. ainsi  $pH_E = 9$  pour  $v_{BE} = 8,5 \text{ mL}$

$$\text{A l'équivalence, } n_{\text{acide}} = n_{OH^-} \Rightarrow c_A v_A = c_B v_{BE} \Rightarrow c_A = c_B \frac{v_{BE}}{v_A}$$

$$\text{A.N. : } c_A = 0,33 \times \frac{8,5}{100} \quad c_A = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$M_{\text{acide}} = 180 \text{ g.mol}^{-1}; m_{\text{acide}} = n_{\text{acide}} \times M_{\text{acide}} \\ m_{\text{acide}} \approx 504 \text{ mg}$$

5. La solution initiale de l'acide contient des les espèces chimiques :



$$\text{pH} = 3,5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,5} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } [\text{OH}^-] = 3,16 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

Equation d'électroneutralité

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] \Rightarrow [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Conservation de la matière

$$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] + [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-] = c_A \Rightarrow [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = c_A - [\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]$$

$$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 28 \cdot 10^{-3} - 0,316 \cdot 10^{-3}; [\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 28 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]} \Rightarrow \text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4]}$$

$$\text{A.N. : } \text{pK}_a = 3,5 - \log \frac{0,136}{28}; \quad \text{pK}_a = 5,4$$

Graphiquement, on vérifie cette valeur à la demi-équivalence pour

$$\frac{V_{\text{BE}}}{2} = 4,2 \text{ mL, on trouve } \text{pH}_{(1/2)\text{E}} = \text{pK}_a = 5,4. \text{ Cet acide n'est pas fort, et}$$

plusieurs raisons peuvent être évoquées, soit :

- parce qu'il existe un  $\text{pK}_a$
- parce que le  $\text{pH}_E > 7$  ;
- parce que le pH initial ( $v_B = 0$ ) est supérieur à  $-\log c_A$  ( $3,5 > 1,54$ )
- parce que la courbe de dosage présente deux points d'inflexion ;
- parce que le coefficient de dissociation  $\alpha$  est très inférieur à 1

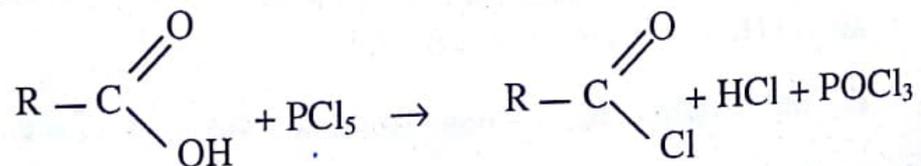
$$\text{En effet } \alpha = \frac{[\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-]}{c_A} = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

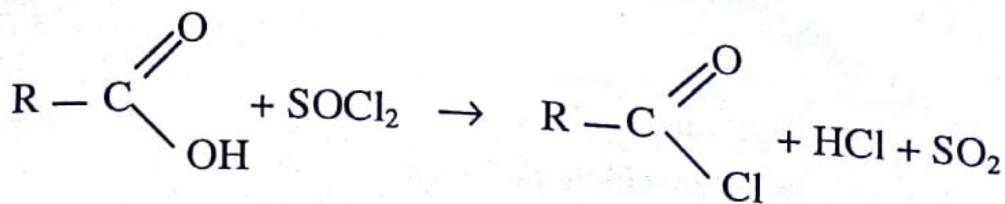
## EXERCICE 4

1. Première série d'expériences

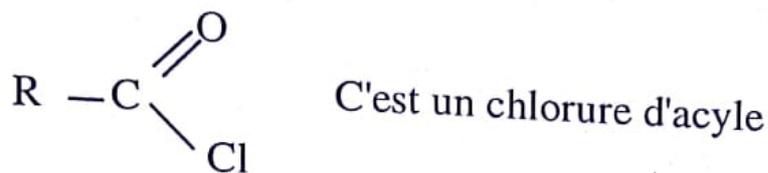
a. Formule semi-développée et famille du composé C.

Le pentachlorure de phosphore  $\text{PCl}_5$  et chlorure de thionyle  $\text{SOCl}_2$  réagissent avec les acides carboxyliques selon les équation-bilans ci-dessous:

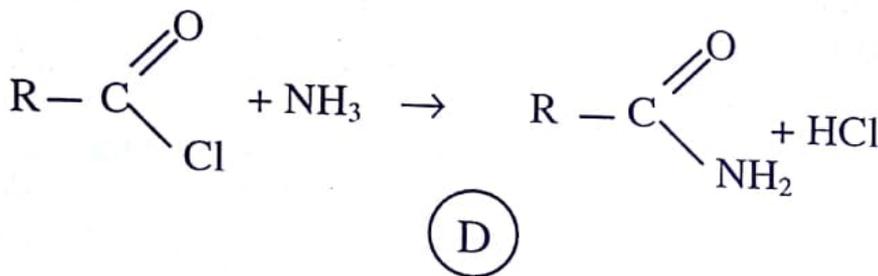




C est le composé organique obtenu dans l'un ou l'autre cas. Donc la formule semi-développée de C est :



b. Equation-bilan et fonction du composé D



D est le composé organique obtenu.  
C'est une **amide primaire**

c. Détermination de la masse molaire  $M_A$  de A

D est  $\text{RCONH}_2$  d'où  $M_D = M_R + 44 = 59$

et  $M_R = 15$

R est un groupement alkyle, de la forme  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  donc

$$M_R = 14n + 1 = 15 \quad \Rightarrow \quad n = 1$$

soit **A =  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$**  et  $M_A = 46\text{g/mol}$

**NB.** A est l'éthanol, B est l'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ), C est le chlorure d'éthanoyle ( $\text{CH}_3\text{-COCl}$ )

et D est l'éthanamide ( $\text{CH}_3\text{-CONH}_2$ ).

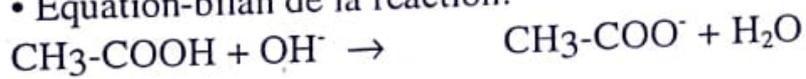
## 2. Deuxième série d'expériences

a. Définition de l'équivalence et équation-bilan de la réaction entre un acide faible et une base forte.

• Définition de l'équivalence:

Lors d'une réaction entre un acide faible et une base forte, l'équivalence correspond à l'instant où la quantité des ions  $\text{OH}^-$  apportés par la base est égale à la quantité des molécules d'acide mise en jeu.

• Equation-bilan de la réaction:



b. Quantité de matière des molécules d'acide (B) ayant réagi.

$$\text{A l'équivalence } n_B = n(\text{OH}^-) = C_1 V$$

$$\text{A.N. : } C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1} ; V = 20 \text{ cm}^3$$

$$n_B = 1 \times 20 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad n_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

c. Quantité de matière de l'alcool (A) oxydé en acide (B)

$$n_A = 2n_B \text{ Soit } n_A = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

d. Retrouvons la formule semi-développée de A, à partir de la donnée de  $m_A = 1,84 \text{ g}$

$$n_A = m_A / M_A \Rightarrow M_A = m_A / n_A$$

$$\text{A.N. : } M_A = 1,84 / 0,04 \quad M_A = 46 \text{ g/mol}$$

$$M_A = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{-CH}_2\text{-OH}) = 14n + 32 \Rightarrow$$

$$14n = 46 - 32 = 14 \text{ d'où } n = 1$$

ainsi la formule semi-développée de A est **CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH**

c'est l'**éthanol**.