- Exercice1 -

Partie I :

1- Le nom de l'électrode où se forme le gaz Br_2 : C'est l'anode (qui attire l'anion Br^-)

2- * Equations des réactions :

- Au niveau de la cathode : $Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2.e^- \rightleftarrows Pb_{(s)}$
- Au niveau de l'anode : $2.Br^-{}_{(aq)} \rightleftarrows Br_{2(g)} + 2.e^-$

* Equation bilan :

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2.Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + Br_{2(g)}$$

3- Détermination de l'intensité I :

Demi- équation		$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2.e^- \rightleftarrows Pb_{(s)}$			Quantité de matière des e^- échangés :
Etat du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0(Pb^{2+})$	$\approx$	0	0
E. intermédiaire	x	$n_0(Pb^{2+})-x$	$\approx$	$x=\dfrac{m}{M(Pb)}$	$n(e^-)=2.x$

- On sait que $I=\dfrac{Quantité\ d'électricité}{Durée\ du\ temps}=\dfrac{Q}{\Delta t}$ avec $Q=n(e^-)\times F$
- D'après le tableau d'avancement : $n(e^-)=2.x$ et $x=n_t(Pb)=\dfrac{m}{M(Pb)}$
- En combinant ces relations on aboutit à l'expression : $\underline{I=\dfrac{2.m.F}{M(Pb).\Delta t}}$
- **A.N :** $I=\dfrac{2\times 20{,}72\times 9{,}56.10^4}{207{,}2\times 3600}\underline{\approx 5{,}36A}$

4- Calcul du volume V du gaz dibrome formé pendant Δt :

- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2.Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + Br_{2(g)}$			
Etat du système	Avancement x(mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0(Pb^{2+})$	$n_0(Br^-)$	0	0
Etat intermédiaire	X	$n_0(Pb^{2+})-x$	$n_0(Br^-)-2.x$	x	$x=n_t(Br_2)=\dfrac{V}{V_m}$

- D'après les deux tableaux : $x=\dfrac{m}{M(Pb)}$ et $x=n_t(Br_2)=\dfrac{V}{V_m}$
- On en déduit que : $\underline{V=\dfrac{m.V_m}{M(Pb)}}$

- **A.N :** $V = \dfrac{20{,}72 \times 70{,}5}{207{,}2} \approx 7{,}05L$

Partie II :

1- Réaction de l'acide lactique avec l'hydroxyde de sodium :

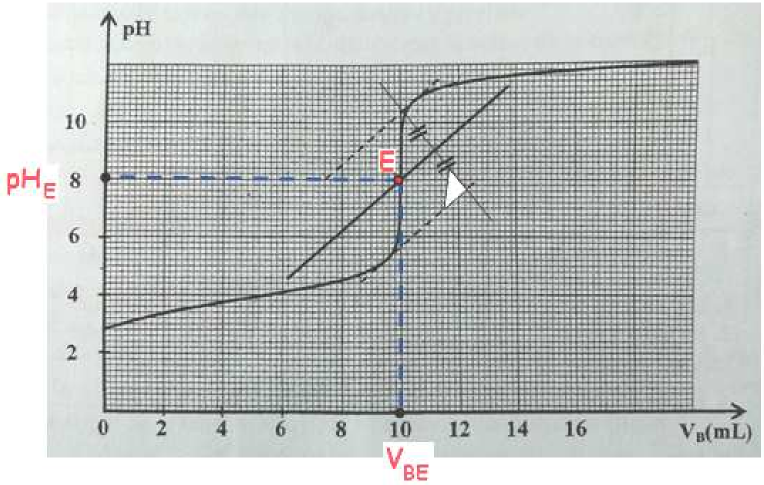
1-1- Equation de la réaction du dosage :

$$CH_3 - CH(OH) - COOH_{(\ell)} + HO^-{}_{(aq)} \rightarrow CH_3 - CH(OH) - COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

1-2- Coordonnées du point d'équivalence :

En utlilisant la méthode des droites Parallèles ; on trouve graphiquement :

- V_{BE} = 10mL ;
- $pH_E \approx 8$.



1-3- Calcul de la concentration C_A :

- A l'équivalence ; on applique la relation : $C_A.V_A = C_B.V_{BE}$
- On en déduit que : $C_A = C_B.\dfrac{V_{BE}}{V_A}$
- **A.N :** $C_A = 3.10^{-2} \times \dfrac{10}{15} = 2.10^{-2}\, mo\ell.L^{-1}$

1-4- L'indicateur adéquat pour repérer le pont d'équivalence :

C'est le rouge de crésol ; car sa zone de virage $[7{,}2\,;\,8{,}8]$ contient $pH_E \approx 8$.

1-5- * Calcul du rapport $[A^-]$ / $[AH]$:

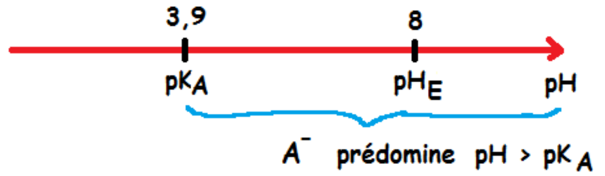
- On applique la relation : $pH_E = pK_A + Log\dfrac{[A^-]_E}{[AH]_E}$
- Cette relation s'écrit : $Log\dfrac{[A^-]_E}{[AH]_E} = pH_E - pK_A \quad \Rightarrow \quad \dfrac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^{(pH_E - pK_A)} = 10^{pH_E} \times 10^{-pK_A}$
- Finalement on trouve : $\dfrac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^{pH_E} \times K_A$
- **A.N :** $\dfrac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 10^8 \times 10^{-3{,}9} \approx 1{,}26.10^4$

* L'espèce chimique prédominante :

- $\frac{[A^-]_E}{[AH]_E} = 1{,}26.10^4 \Rightarrow \frac{[A^-]_E}{[AH]_E} >> 1 \Rightarrow [A^-] >> [AH]$

- Donc l'espèce prédominante est la forme basique : A^-.

Rmq : on peut utiliser l'échelle pH de prédominance :



2- Réaction de l'acide lactique avec le méthanol :

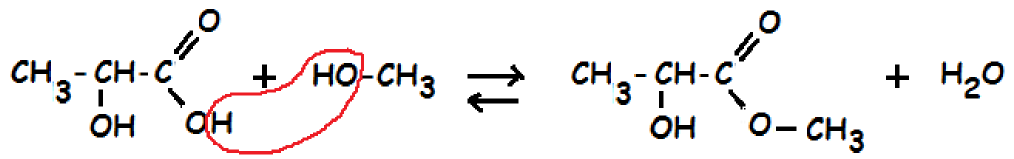
2-1- Deux caractéristiques de cette réaction :

- La réaction est lente ;
- La réaction est limitée.

2-2- Deux facteurs cinétiques pour accélérer la réaction :

- Augmenter la température ;
- Utiliser un catalyseur ;
- Ou encore augmenter la concentration d'un réactif.

2-3- Equation de la réaction :



2-4- Calcul du rendement r de la réaction :

- Par définition : $r = \frac{n_{exp}(ester)}{n_{théo}(ester)} = \frac{n_E}{n_0}$

- **A.N :** $r = \frac{6.10^{-4}}{10^{-3}} = 0{,}60 = 60\ \%$

- Exercice2-

1- Une onde sonore est-elle longitudinale ou transversale ?

Une onde sonore est longitudinale, car la direction de déformation du milieu de propagation est parallèle à la direction de propagation de l'onde sonore.

2- Le retard temporel entre les deux ondes :

On trouve graphiquement : $\tau = 2\times(2ms) = 4ms$

3- Montrons l'expression voulue :

- Le pétrole est plus dense que l'air, donc $V_{pétrole} > V_{air}$
- En comparant les durées mises par les deux ondes sonores entre l'émetteur et le récepteur ; on écrit : $t_p < t_a$
- Le retard temporel entre les deux ondes est $\tau = t_a - t_p$; avec $t_a = \frac{L}{V_{air}}$ et $t_p = \frac{L}{V_p}$
- Finalement l'expression est : $\tau = \frac{L}{V_{air}} - \frac{L}{V_p}$ ou $\underline{\tau = L.(\frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p})}$

3- La valeur approchée de Vp :

- On sait que $\tau = L.(\frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p})$
- Elle s'écrit également : $\frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p} = \frac{\tau}{L} \Rightarrow \frac{1}{V_p} = \frac{1}{V_{air}} - \frac{\tau}{L} \Rightarrow \frac{1}{V_p} = \frac{L - \tau.V_{air}}{L.V_{air}}$
- Finalement : $\underline{V_p = \frac{L.V_{air}}{L - \tau.V_{air}}}$
- **A.N :** $V_p = \frac{1{,}84 \times 340}{1{,}84 - 4.10^{-3} \times 340} \underline{\approx 1303 m.s^{-1}}$

- Exercice3-

I: Détermination expérimentale de la capacité d'un condensateur :

1- En utilisant un générateur de courant :

1-1- Intérêt de monter les condensateurs en dérivation :

C'est pour augmenter la charge électrique, et par conséquence augmenter la valeur de la capacité.

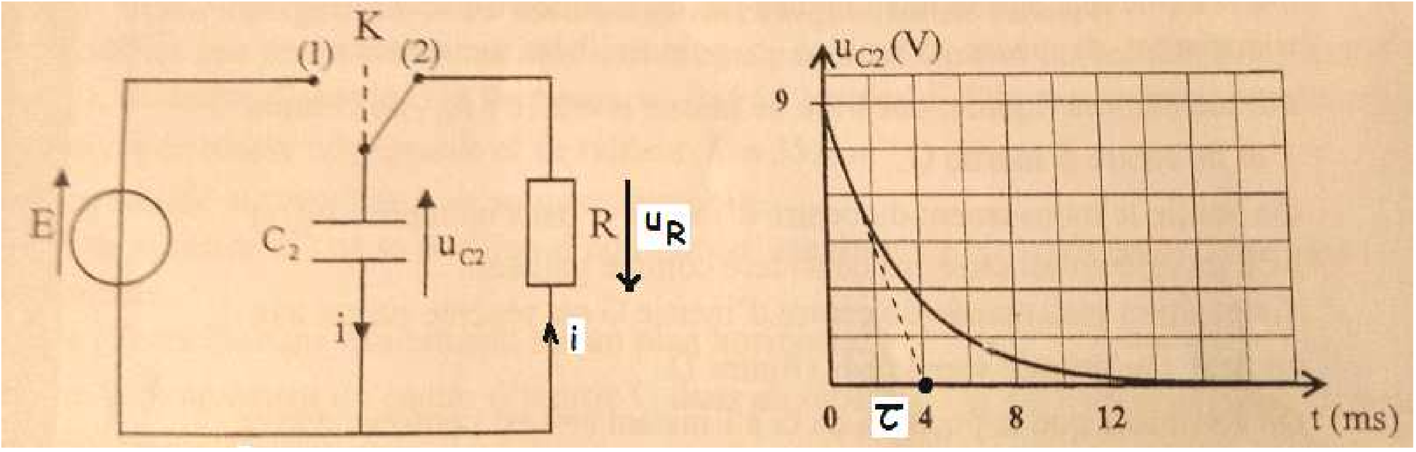
1-2- Détermination graphique de la capacité C_{eq} du condensateur équivalent :

- On sait que $q = C_{eq}.U_{AB}$; $q = f(U_{AB})$: *fonction linéaire* $(y = a.x)$
- Le coefficient C_{eq} représente le coefficient directeur de la droite indiquée sur la figure2.
- Graphiquement on a : $C_{eq} = \frac{\Delta q}{\Delta U_{AB}}$
- **A.N :** $C_{eq} = \frac{(20-0).10^{-6}}{2-0} \underline{= 10^{-5} F}$

1-3- Déduction de la valeur de la capacité C_2 :

- Les deux condensateurs sont en dérivation ; et d'après la loi d'association : $C_{eq} = C_1 + C_2$
- On en déduit que : $\underline{C_2 = C_{eq} - C_1}$
- **A.N :** $C_2 = 10^{-5} - 7{,}5.10^{-6} \underline{= 2{,}5.10^{-6} F}$

1- En étudiant la réponse du dipôle RC à un échelon de tension :



2-1- Equation différentielle vérifiée par la tension u_{C2} :

- D'après la figure1 ; $u_{C_2} = -u_R \Rightarrow u_R + u_{C_2} = 0$ (1)
- Dans la convention récepteur : $u_R = R.i = R.\frac{dq}{dt} = R.\frac{d(C_2.u_{c_2})}{dt} = RC_2.\frac{du_{c_2}}{dt}$ (2)
- En remplaçant (2) dans (1), on obtient l'équation différentielle vérifiée par la tension u_{C2} :

$$\underline{RC_2.\frac{du_{c_2}}{dt} + u_{c_2} = 0} \quad ou \quad \underline{\frac{du_{c_2}}{dt} + \frac{1}{RC_2}.u_{c_2} = 0}$$

2-2- Expression de la constante de temps τ :

- La solution de cette équation est de la forme : $u_{C2}(t) = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$
- Portons cette expression dans l'équation différentielle précédente :

$$\frac{d}{dt}\left(E.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + \frac{1}{RC_2}.\left(E.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{E}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{RC_2}.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

$$\Rightarrow \underbrace{E.e^{-\frac{t}{\tau}}}_{\neq 0}\left(\underbrace{-\frac{1}{\tau} + \frac{1}{RC_2}}_{=0}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \underline{\tau = R.C_2}$$

2-3- Détermination de la valeur de la capacité C_2 :

- D'après la relation précédente ; on a : $\underline{C_2 = \frac{\tau}{R}}$

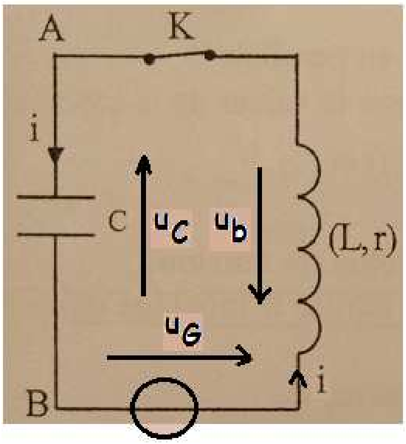
- **A.N :** $\tau = 4ms = 4.10^{-3}s\,(graphiquement)$; $C_2 = \frac{4.10^{-3}}{1600}$ $\underline{= 2,5.10^{-6}F}$

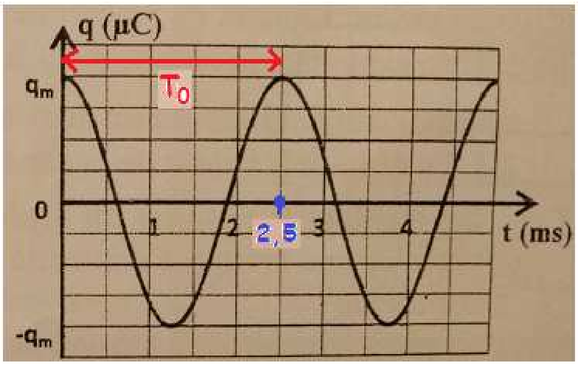
II : Etude d'un circuit RLC série :

1- Pourquoi les oscillations pseudopériodiques ?:

La présence de la résistance **r** de la bobine dans le circuit étudié, conduit à la dissipation d'énergie par effet Joule.

2-1- Equation différentielle vérifiée par la charge q :





- D'après la figure1 ; $u_b + u_c = u_G \Rightarrow \underbrace{L.\frac{di}{dt} + r.i}_{u_b} + \underbrace{\frac{q}{C}}_{u_c} = \underbrace{k.i}_{u_G} \Rightarrow L.\frac{di}{dt} + (r-k).i + \frac{q}{C} = 0$

- En remplaçant i par $\frac{dq}{dt}$, on aura : $L.\frac{d^2q}{dt^2} + (r-k).\frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}.q = 0$

- D'où l'équation différentielle : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(r-k)}{L}.\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}.q = 0$

2-2- Détermination de la valeur de R :

- Le paramètre k = 5 S.I , est ajusté de manière que les oscillations deviennent sinusoïdales ;
- Dans ce cas le terme $\frac{(r-k)}{L}.\frac{dq}{dt}$ doit être nul dans l'équation différentielle précédente ;
- Finalement $r - k = 0 \Rightarrow r = k = 5\Omega$

2-3- Recherche de la valeur de l'inductance L :

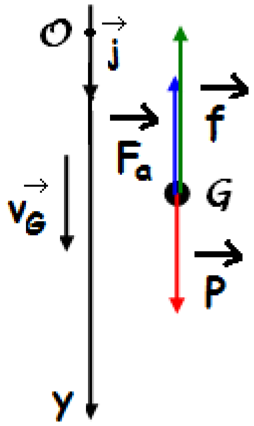
- L'équation différentielle est de la forme : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}.q = 0$
- La période propre du système oscillant est : $T_0 = 2.\pi\sqrt{LC}$
- Cette relation conduit à l'expression : $L = \frac{T_0^{\ 2}}{4.\pi^2.C}$
- **A.N :** $T_0 = 2{,}5ms\,(graphiquement)$ et $L = \frac{(2{,}5.10^{-3})^2}{4.\pi^2.2{,}5.10^{-6}} \approx 6{,}3.10^{-2}\,H$

- Exercice4-

Partie I : Etude du mouvement de chute verticale :

1- Equation différentielle vérifiée par la vitesse v_G :

- Système à étudier : {bille}
- Repère d'étude R (O ; $\vec{j}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :



 * Poids du corps : $\vec{P}=m.g\,\vec{j}$

 * Force de frottement fluide : $\vec{f}=-k.\vec{v}_G$

 * La poussée d'Archimède : $\vec{F}_a=-\rho.g.V\,\vec{j}$

- La 2ème loi de newton s'écrit : $\vec{P}+\vec{f}+\vec{F}_a=m.\vec{a}_G$
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Oy : $P_y+f_y+Fa_y=m.a_y$ (*)
- Les expressions sont: $P_y=P=m.g$, $f_y=-k.v_{Gy}$, $Fa_y=-\rho.g.V$ et $a_y=\dfrac{dv_{Gy}}{dt}$.
- La relation (*) devient : $m.g-k.v_G-\rho.g.V=m.\dfrac{dv_G}{dt}$
- Finalement l'équation différentielle est : $\dfrac{dv_G}{dt}+\dfrac{k}{m}.v_G=g(1-\dfrac{\rho.V}{m})$
- On pose : $\underline{\tau=\dfrac{m}{k}}$ et $\underline{A=g(1-\dfrac{\rho.V}{m})}$; l'équation devient : $\underline{\dfrac{dv_G}{dt}+\dfrac{1}{\tau}.v_G=A}$

2- Détermination graphique de $v_{G\,lim}$ et de τ :

- La vitesse limite : $\underline{v_{G\,lim}=0,5\ m.s^{-1}}$;
- la constante de temps : $\underline{\tau=54\ ms}$

3- Valeur de k et celle de A :

- $\underline{k=\dfrac{m}{\tau}}$ A.N : $k=\dfrac{2.10^{-2}}{54.10^{-3}}\approx \underline{0,37\ Kg.s^{-1}}$
- Au régime permanent ; l'équation différentielle s'écrit : $A=\left(\dfrac{dv_G}{dt}\right)_{t\to\infty}+\dfrac{1}{\tau}.v_{Gt\to\infty}$
- On a : $\left(\dfrac{dv_G}{dt}\right)_{t\to\infty}=0$ et $v_{Gt\to\infty}=v_{G\ell im}$;
- Finalement : $\underline{A=\dfrac{v_{G\ell im}}{\tau}}$ A.N : $A=\dfrac{0,5}{54.10^{-3}}=\underline{9,26\,m.s^{-2}}$

4- Calcul de la valeur approchée de a_3 et celle de v_4 :

* A l'instant tn l'équation différentielle peut s'écrire : $(a_G)_n = 9{,}26 - 18{,}52.(v_G)_n$ (1)
* Au même instant ; la méthode d'Euler permet d'écrire : $(v_G)_n = (v_G)_{n-1} + (a_G)_{n-1} \times \Delta t$ (2)
* D'après le tableau, on remarque que le pas du calcul est :

$$\Delta t = 0{,}020 - 0{,}015 = 0{,}025 - 0{,}020 = 0{,}005s$$

* Par application de (1) :

$$\begin{aligned}(a_G)_3 &= 9{,}26 - 18{,}52.(v_G)_3 \\ &= 9{,}26 - 18{,}52 \times 0{,}126 \\ (a_G)_3 &\approx \underline{6{,}93 m.s^{-2}}\end{aligned}$$

* Par application de (2) :

$$\begin{aligned}(v_G)_4 &= (v_G)_3 + (a_G)_3 \times \Delta t \\ &= 0{,}126 + 6{,}93 \times 0{,}005 \\ (v_G)_4 &\approx \underline{0{,}161 m.s^{-1}}\end{aligned}$$

Partie II : Etude énergétique d'un oscillateur mécanique :

1- Détermination des valeurs de X_m , T_0 et φ : $x(t) = X_m.\cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t + \varphi)$

* D'après la figure4 : $\underline{X_m = 6cm = 6.10^{-2} m}$ et $\underline{T_0 = 0{,}5s}$
* A t = 0, on a : $x(0) = X_m$ (*condition initiale*) ; Or $x(0) = X_m.\cos(\varphi)$

Donc on peut écrire : $X_m.\cos(\varphi) = X_m \Rightarrow \cos(\varphi) = 1 \Rightarrow \underline{\varphi = 0}$

Finalement la solution est : $\underbrace{x}_{en\,m}(t) = 6.10^{-2}.\cos(4.\pi.\underbrace{t}_{en\,s})$

2- Energie potentielle élastique à la date $t_1 = 0{,}5s$:

- A cette date la position est maximale ; donc la vitesse est nulle et par suite : Ec(0,5s) = 0
- Energie potentielle (0,5s) = Energie mécanique (0,5s) – Energie cinétique (0,5s)
- Or l'énergie mécanique est constante d'expression : $E_m = \frac{1}{2}K.X_m^{\ 2}$
- Finalement : $E_{pe}(0{,}5s) = \frac{1}{2}K.X_m^{\ 2}$
- **A.N** : $E_{pe}(0{,}5s) = \frac{1}{2} \times 35 \times (6.10^{-2})^2 = \underline{6{,}3.10^{-2} J}$

3- Calcul du travail $W_{x_A = X_m \to x_B = -X_m}(\vec{F})$:

On applique la relation : $W_{x_A = X_m \to x_B = -X_m}(\vec{F}) = -\Delta E_{pe} = -\frac{1}{2}.(x_B^2 - x_A^2)$

$$W_{x_A = X_m \to x_B = -X_m}(\vec{F}) = \frac{1}{2}.((-X_m)^2 - (X_m)^2) = \frac{1}{2}.(X_m^{\ 2} - X_m^{\ 2})$$

On trouve : $W_{x_A = X_m \to x_B = -X_m}(\vec{F}) \underline{= 0}$