Correction d'examen de physique chimie session normale 2021

Option science math

www.svt-assilah.com

Exercice 1 : Chimie

Partie I : Acide formique

1-Quantité de matière d'acide méthanoïque :

$$n_1 = \frac{m_i}{M} = \frac{\rho.0{,}5.V_1}{M(HCOOH)} \Longrightarrow n_1 = \frac{1{,}22 \times 0{,}5 \times 6{,}00.10^{-3}}{46{,}0} = 7{,}96.10^{-5}\ \text{mol}$$

$$\boxed{n_1 = 7{,}96.10^{-2}\ \text{mmol}}$$

2- L'hydrogénocarbonate de sodium

2-1-Equation de la réaction :

$$HCO_3^-{}_{(aq)} + HCOOH_{(aq)} \longrightarrow CO_2 + H_2O_{(l)} + HCOO^-{}_{(aq)}$$

2-2-Masse d'hydrogénocarbonate de sodium :

La réaction est totale : $n_1 = n_i(HCO_3^-)$

$$n_i(HCO_3^-) = n_i(NaHCO_3) = \frac{m}{M(HCO_3)} \Longrightarrow m = n_i(NaHCO_3).M(NaHCO_3)$$

$$m = n_1.M(NaHCO_3) \Longrightarrow m = 7{,}96.10^{-5} \times 84{,}0 = 6{,}69.10^{-3}g \Longrightarrow \boxed{m = 6{,}69\ mg}$$

3-Solution S2

3-1-Pourcentage de molécules d'acide méthanoïque :

$$\tau = \frac{N(HCOO^-)}{N(HCOOH)} = \frac{n(H_3O^+)}{n_1} = \frac{10^{-pH}.V}{n_1} = \frac{10^{-2{,}43} \times 10^{-3}}{7{,}96.10^{-5}} = 4{,}66.10^{-2} \Longrightarrow \boxed{\tau = 4{,}67\ \%}$$

Equation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau est limitée, l'équation s'écrit :

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows HCOO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

3-2-pK_A du couple $HCOOH/HCOO^-$:

$$K_A = \frac{[HCOO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HCOOH]_{éq}}$$

D'après le tableau d'avancement : $[HCOO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_2} = 10^{-pH}$

$$[HCOOH]_{éq} = \frac{n_1 - x_{éq}}{V_2} = \frac{n_1}{V_2} - \frac{x_{éq}}{V_2} = C_2 - 10^{-pH}$$

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{éq}{}^2}{[HCOOH]_{éq}} = \frac{10^{-2pH}}{C_2 - 10^{-pH}}$$

$$\boxed{pK_A = -\log K_A = -\log\left(\frac{10^{-2pH}}{C_2 - 10^{-pH}}\right)} \quad A,N:\ pK_A = -\log\left(\frac{10^{-2\times2,43}}{\frac{7,96.10^{-5}}{10^{-3}} - 10^{-2,43}}\right) \Rightarrow \boxed{pK_A = 3,74}$$

4- Solution S3

4-1-pH de la solution S3 :

La concentration de l'acide méthanoïque dans la solution S3 : $C_3(V_2 + V_{eau}) = C_2.V_2$

$$C_3 = \frac{C_2.V_2}{V_2 + V_{eau}} = \frac{7,96.10^{-2} \times 25.10^{-3}}{(25+50).10^{-3}} = 2,65.10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

Expression du K_A:

$$K_A = \frac{10^{-2pH\prime}}{C_3 - 10^{-pH\prime}} \Rightarrow K_A.C_3 - K_A.10^{-pH\prime} - 10^{-2pH\prime}$$

On pose : $x = 10^{-pH}$ on obtient : $x^2 + K_A.x - K_A.C_3 = 0$

$$x_1 = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A.C_3}}{2} > 0 \Rightarrow x_1 = \frac{-10^{-3,74} + \sqrt{10^{-2\times3,74} + 4\times10^{-3,74}\times2,65.10^{-2}}}{2}$$

$$x_1 = 2,11.10^{-3}\ mol.L^{-1} \Rightarrow pH' = -\log x_1 \Rightarrow \boxed{pH' = -\log(2,11.10^{-3}) = 2,68}$$

4-2- Réaction de S3 et l'hydroxyde de sodium :

4-2-1-Equation de la réaction :

$$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

4.2-2-pH du mange :

Equation de la réaction	$HCOOH_{(aq)}$ +	$HO^-_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$HCOO^-_{(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$
$t = 0$	C_2V_a	$C_b.V_b$	0	en excès
t	$C_2V_a - x$	$C_b.V_b - x$	x	en excès
$t = t_f$	$C_2V_a - x_f$	$C_b.V_b - x_f$	x_f	en excès

D'prés le tableau d'avancement le réactif limitant est HO^- est l'avancement maximal :

$$x_{max} = C_b.V_b = 0,1 \times 7,5.10^{-3} = 7,5..10^{-4}\ mol$$

$$pH = pK_A + \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = pK_A + \log\frac{x_{max}}{C_2.V_a - x_{max}} = pK_A + \log\frac{C_b.V_b}{C_2V_a - C_b.V_b}$$

$$pH = 3,74 + \log\left(\frac{7,5.10^{-4}}{7,96.10^{-2}\times10.10^{-3} - 7,5.10^{-4}}\right) \Rightarrow \boxed{pH = 4,95}$$

Partie II: Etude de la pile plomb-fer

1-Nombre d'affirmations fausses : 4

2-Equation bilan de la réaction :

$$Pb^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Pb_{(s)}$$

3-Quotient de la réaction à l'instant t_1 :

Eqaution de la réaction	$Pb^{2+}_{(aq)}$ +	$Fe_{(s)}$ ⟶	$Fe^{2+}_{(aq)}$ +	$Pb_{(s)}$	$n(é)$
t=0	$[Pb^{2+}]_i.V$	en excès	$[Fe^{2+}]_i.V$	$n_i(Pb)$	$n(é)=0$
$t=t_1$	$[Pb^{2+}]_i.V-x$	en excès	$[Fe^{2+}]_i.V+x$	$n_i(Pb)+x$	$n(é)=2x$

L'expression du quotient de la réaction :

$$Q_{r,t}=\frac{[Fe^{2+}]_t}{[Pb^{2+}]_t}=\frac{[Fe^{2+}]_i.V+x}{[Pb^{2+}]_i.V-x}$$

La quantité du plomb déposée à l'instant t_1: $n_d(Pb)=x=\frac{m_d}{M(Pb)}=\frac{2{,}07.10^{-3}}{207}=10^{-5}\ mol$

$$Q_{r,t}=\frac{4{,}0.10^{-2}\times 0{,}1+10^{-5}}{1{,}0.10^{-3}\times 0{,}1-10^{-5}}\Longrightarrow \boxed{Q_{r,t}=44{,}55}$$

4-Détermination de t_1 :

D'prés le tableau d'avancement : $n(e^-)=2x$ et $n(e^-)=\frac{Q}{F}=\frac{I.t_1}{F}$

$$2x=\frac{I.t_1}{F}\Longrightarrow t_1=\frac{2xF}{I}=\frac{2m_dF}{I.M(Pb)}\Longrightarrow t_1=\frac{2\times 2{,}07.10^{-3}\times 9{,}65.10^4}{2.10^{-3}\times 207}\Longrightarrow \boxed{t_1=965\ s}$$

$$t_1=16min\ 5s$$

Exercice 2 : ondes

1-Types d'ondes ultrasonores :

Les ondes ultrasonores sont longitudinales car la direction de la propagation est parallèle à la direction de la perturbation.

2-Distance parcourue pendant une période :

$$V_a=\frac{d}{T}=d.N\Longrightarrow d=\frac{V_a}{N}=\frac{340}{40.10^3}=8{,}5.10^{-3}\ m\Longrightarrow \boxed{d=8{,}5\ mm}$$

3-Expression de Δt :

$$\Delta t=t_a-t_b$$

$$V_a=\frac{D}{t_a}\Longrightarrow t_a=\frac{D}{V_a}$$

$$V_h=\frac{D}{t_h}\Longrightarrow t_h=\frac{D}{V_h}$$

Avec $t_h=t_b$ on obtient : $\Delta t=t_a-t_b=\frac{D}{V_a}-\frac{D}{V_h}\Longrightarrow \boxed{\Delta t=D\left(\frac{1}{V_a}-\frac{1}{V_h}\right)}$

4-Pureté de l'huile :

La courbe $\Delta t = f(D)$ est linéaire son équation s'écrit : $\Delta t = KD$

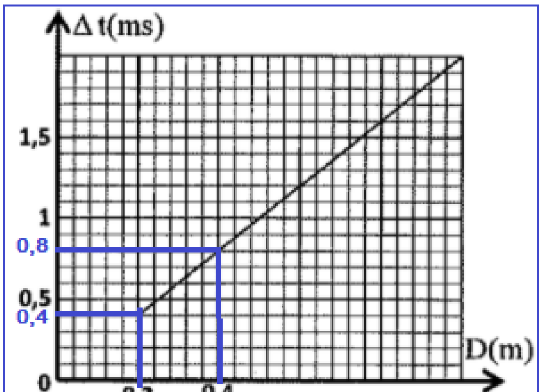


Figure 2

$$K = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{D_2 - D_1} = \frac{(0{,}8 - 0{,}4).10^{-3}s}{(0{,}4 - 0{,}2)m} = 2.10^{-3}\ m.s^{-1}$$

$$\begin{cases} \Delta t = D\left(\frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_h}\right) \\ \Delta t = KD \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{V_a} - \frac{1}{V_h} = K$$

$$\frac{1}{V_h} = -K + \frac{1}{V_a} \Rightarrow \frac{1}{V_h} = \frac{-K.V_a + 1}{V_a}$$

$$\boxed{V_h = \frac{V_a}{1 - V_a.K}} \Rightarrow V_h = \frac{340}{1 - 340 \times 2.10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_h = 1062{,}5\ m.s^{-1}}$$

$V_h \notin [1595\ m.s^{-1} ; 1600\ m.s^{-1}]$ donc l'huile n'est pas pure.

Exercice 3 : nucléaire

1-le nombre d'affirmations justes est : 1

2-Fission nucléaire

2-1-Equation de la réaction nucléaire :

$${}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{A}_{Z}Li + {}^{4}_{2}He$$

D'après les lois de conservation de Soddy :

$$\begin{cases} 10 + 1 = A + 4 \\ 5 + 0 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 11 - 4 \\ Z = 5 - 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 7 \\ Z = 3 \end{cases}$$

$${}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$$

2-2-Comaraison de la stabilité des deux noyaux :

$$({}^{4}_{2}He) = \frac{E_\ell(\alpha)}{4} = \frac{28{,}295244}{4} = 7{,}07\ MeV/nuléon$$

$$\varepsilon({}^{7}_{3}Li) = \frac{E_\ell({}^{7}_{3}Li)}{7} = \frac{[3 \times 1{,}007276 + (7-3) \times 1{,}008665 - 7{,}016005] \times 931{,}5}{7}$$

$$\varepsilon({}^{7}_{3}Li) = 5{,}38\ MeV/nuléon$$

On a : $\mathcal{E}({}^{4}_{2}He) > \varepsilon({}^{7}_{3}Li)$, donc le noyau He est plus stable que Li .

2-3-L'énergie libérée $|\Delta E|$:

$$\boxed{|\Delta E| = |\Delta m.c^2| = |m({}^{7}_{3}Li) + m({}^{4}_{2}He) - m({}^{10}_{5}B) - m({}^{1}_{0}n)|.c^2}$$

$$|\Delta E| = |7{,}016005 + 4{,}001506 - 10{,}02938 - 1{,}008665| \times 931{,}5$$

$$\boxed{|\Delta E| = 3{,}81\ MeV}$$

Exercice 4 : Electricité

1-Charge d'un condensateur et sa décharge dans une bobine

1-1-Expression de l'énergie emmagasinée dans une bobine :

$$E_e = \frac{1}{2}.C_0.u_C^2 \text{ avec } u_C = \frac{q}{C_0}$$

$$\boxed{E_e = \frac{1}{2C_0}.q^2}$$

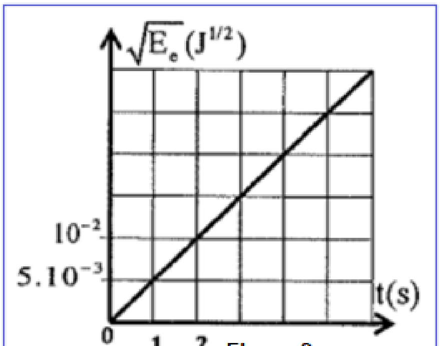


Figure 2

1-2-La valeur de C_0:

La courbe $\sqrt{E_e} = f(t)$ linéaire son équation s'écrit : $\sqrt{E_e} = K.t$ avec K le coefficient directeur :

$$K = \frac{\Delta\sqrt{E_e}}{\Delta t} = \frac{10^{-2} - 0}{2 - 0} = 5.10^{-3} \text{ (S.I)}$$

On remplace $q = I_0.t$ dans l'expression de E_e :

$$E_e = \frac{1}{2C_0}.q^2 = \frac{1}{2C_0}.(I_0.t)^2 \Longrightarrow \sqrt{E_e} = \frac{I_0}{\sqrt{2C_0}}.t$$

$$\frac{I_0}{\sqrt{2C_0}} = K \Longrightarrow \sqrt{2C_0} = \frac{I_0}{K} \Longrightarrow 2C_0 = \left(\frac{I_0}{K}\right)^2 \Longrightarrow \boxed{C_0 = \frac{1}{2}.\left(\frac{I_0}{K}\right)^2}$$

$$C_0 = \frac{1}{2}.\left(\frac{10.10^{-6}}{5.10^{-3}}\right)^2 = 2.10^{-6}\text{ F} \Longrightarrow \boxed{C_0 = 2\ \mu\text{F}}$$

1-3-1-Energie dissipée par effet joule entre $t = 0$ et t_1 :

$$E_{joule} = |\Delta E_T| = E_T(t=0) - E_T(t_1)$$

A $t = 0$ on a : $i(0) = 0$ donc $E_m = 0 \Longrightarrow$

$u_C = U_{AB}$ donc $E_e = \frac{1}{2}C_0U_{AB}^2$

A $t = t_1$ on a : $i(t_1) = i_{max} \Longrightarrow \frac{di}{dt} = 0$ donc

$$u_C + u_L = 0$$

$$u_C(t_1) = -u_L(t_1) = -L.\underbrace{\frac{di}{dt}}_{=0} - r.i_{max} = -r.i_{max}$$

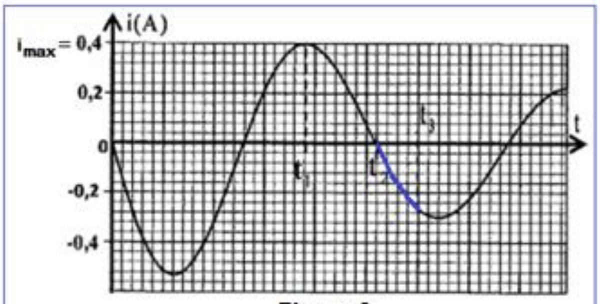


Figure 3

$$\boxed{E_T(t_1) = \frac{1}{2}C_0.r^2.i_{max}^2 + \frac{1}{2}L.i_{max}^2}$$

$$E_{joule} = E_T(t=0) - E_T(t_1) = \frac{1}{2}C_0U_{AB}^2 - \frac{1}{2}L.i_{max}^2 - \frac{1}{2}C_0.r^2.i_{max}^2$$

$$E_{joule} = \frac{1}{2} \times 2.10^{-6} \times 40^2 - \frac{1}{2} \times 8{,}6.10^{-3} \times 0{,}4^2 - \frac{1}{2} \times 2.10^{-6} \times 12^2 \times 0{,}4^2$$

$$\boxed{E_{joule} \simeq 8{,}9.10^{-4}\text{ J}}$$

1-3-2-Entre les instants t_1 et t_2 :

D'après la figure 3 la valeur absolue $|i|$ de l'intensité du courant augmente donc l'énergie emmagasinée dans la bobine augmente, alors que l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue, donc le condensateur se décharge entre t_1 et t_2 .

2-Modulation et démodulation d'amplitude

2-1-La courbe correspondant au signal modulé ou porteuse :

- La courbe (a) correspond au signal modulant (ou informatif) $u_1(t)$
- La courbe (b) correspond au signal modulé $u_s(t)$

2-2-1-Les fréquence f_S et F_p :

$$f_S = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{5 \times 40 \times 10^{-6}} = 5000 \text{ Hz} \Longrightarrow \boxed{f_S = 5 \text{ kHz}}$$

$$F_P = \frac{1}{T_P} = \frac{1}{\frac{5 \times 40}{36} \times 10^{-6}} = 180\,000 \text{ Hz} \Longrightarrow \boxed{f_S = 180 \text{ kHz}}$$

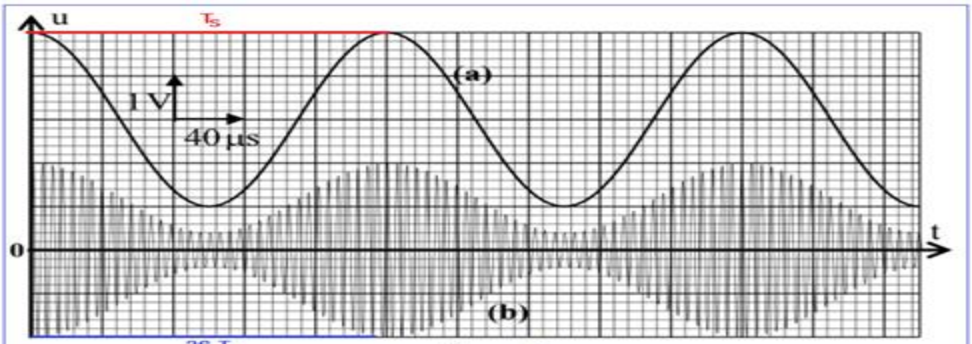


Figure 5

2-2-2-Le taux de modulation m :

$$m = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}} = \frac{2 - 0{,}4}{2 + 0{,}4} \Longrightarrow \boxed{m = 0{,}67}$$

2-3-Démodulation

2-3-1-La valeur de C :

Selon l'expression de la période propre : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ avec $N_0 = \frac{1}{T_0}$ $\Longrightarrow$ $2\pi\sqrt{L.C} = \frac{1}{N_0}$

$$4\pi^2 L.C = \frac{1}{N_0^2} \Longrightarrow \boxed{C = \frac{1}{4\pi^2 L.N_0^2}}$$

$$C = \frac{1}{4 \times 10 \times 8{,}6.10^{-3} \times (180.10^3)^2} = 8{,}97.10^{-11}\text{F} \Longrightarrow \boxed{C \approx 90 \text{ pF}}$$

2-3-2-L'intervalle des valeurs de C :

$$T_0 << \tau < T_i \Leftrightarrow \frac{1}{N_0} << R'C' < \frac{1}{N_i} \Leftrightarrow \boxed{\frac{1}{R'N_0} << C' < \frac{1}{R'N_i}}$$

$$\frac{1}{100.10^3 \times 180.10^3} << C' < \frac{1}{100.10^3 \times 5.10^3}$$

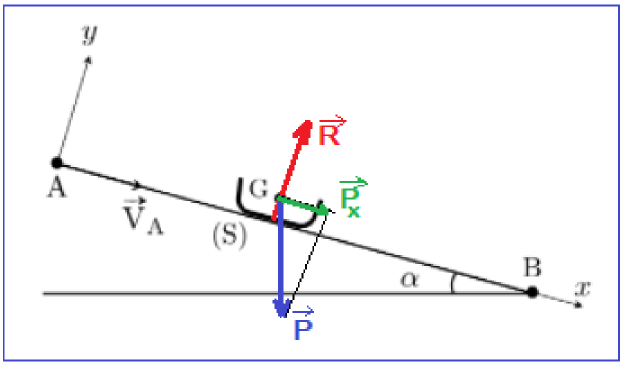
$$5{,}55.10^{-11} \text{ F} << C' < 2.10^{-9}\text{F} \Leftrightarrow \boxed{0{,}055 \text{ nF} << C' < 2 \text{ nF}}$$

Exercice 5 : Mécanique

Partie I :Mouvement d'une luge

1-Première phase :

1-1-La valeur de a_{th} :



Le système étudié :{La luge}

Bilan des forces : * $\vec{P}$ le poids de la luge * $\vec{R}$ réaction du plan incliné

Application de la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \iff \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$$

Projection sur l'axe Ax :

$$P_x + R_x = m.a_x \iff m.g\sin\alpha = m.a_{th} \Longrightarrow \boxed{a_{th} = g.\sin\alpha}$$

$$a_{th} = 10 \times 0{,}2 \Longrightarrow \boxed{a_{th} = 2\ m.s^{-2}}$$

1-2-La distance parcourue :

$x = \frac{1}{2}a_{th}t^2 + v_0t + x_0$ avec $x_0 = 0$ et $V = a_{th}t + V_0$

On remplace $t = \frac{V-V_0}{a_{th}}$ dans x : $x = \frac{1}{2}a_{th}(\frac{V-V_0}{a_{th}})^2 + V_0\frac{V-V_0}{a_{th}}$

On a : $V = V_1$ et $x = d$ et $V_0 = V_A$

$$d = \frac{V_1^2 - V_A^2}{2a_{th}} \Longrightarrow d = \frac{25^2 - 5^2}{2 \times 2} \Longrightarrow \boxed{d = 150\ m}$$

1-3-1-La valeur de a_{exp} :

La courbe $V_{exp} = f(t)$ est linéaire on écrit : $V_{exp} = K.t$ avec K son coefficient directeur qui représente l'accélération :

$$K = a_{exp} = \frac{\Delta V_{exp}}{\Delta t} = \frac{15-5}{10-0} \Longrightarrow \boxed{a_{exp} = 1\ m.s^{-2}}$$

2-3-2-L'expression de μ :

Le contact se fait avec frottement on écrit : $\vec{R} = \vec{R}_T + \vec{R}_N$

On applique la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_{exp} \iff \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_{exp}$$

$$\vec{P} + \vec{R}_T + \vec{R}_N = m.\vec{a}_{exp}$$

Projection sur l'axe Ax :

$$m.g\sin\alpha - R_T = m.a_{exp} \Longrightarrow R_T = m.g\sin\alpha - m.a_{exp} = m.a_{th} - m.a_{exp}$$

$$R_T = m(a_{th} - a_{exp})$$

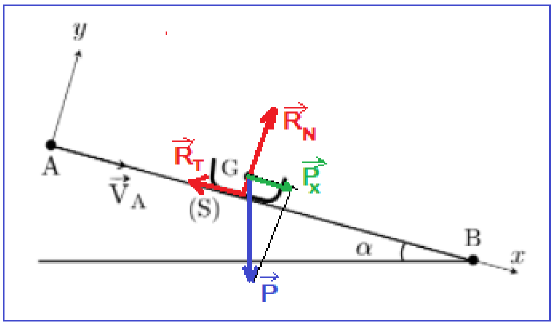
Projection sur l'axe Ay :

$$-m.gcos\alpha + R_N = 0 \Longrightarrow R_N = m.gcos\alpha$$

$$\mu = \frac{R_T}{R_N} = \frac{m(a_{th} - a_{exp})}{m.gcos\alpha} \Longrightarrow \boxed{\mu = \frac{a_{th} - a_{exp}}{g.cos\alpha}}$$

$$sin\alpha = 0{,}2 \Longrightarrow \alpha = sin^{-1}(0{,}2) \approx 11{,}54°$$

$$\mu = \frac{2 - 1}{10 \times cos(11{,}54°)} \Longrightarrow \boxed{\mu = 0{,}1}$$



2-Dexième phase :

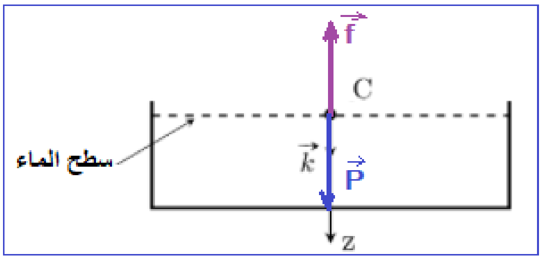
2-1-L'équation différentielle :

Le système étudié : {La luge}

Bilan des forces : $\vec{P}$: le poids de la luge $\vec{f}$: force de frottement fluide

Application de la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}_G$$



Projection sur l'axe Cx :

$$P - f = m.a_z \Longrightarrow m.g - k.V_z = m.a_z \Longrightarrow a_z + \frac{k}{m}.V_z = g$$

$$\frac{d\,V_z}{dt} + \frac{k}{m}.V_z = g$$

On pose : $\frac{1}{\tau} = \frac{k}{m} \Longrightarrow \boxed{\tau = \frac{m}{k}}$

En régime permanent : $V_z = V_\ell \Longrightarrow \frac{dV_z}{dt} = 0$ on remplace dans l'équation différentielle : $\frac{V_\ell}{\tau} = g$

$$V_\ell = g.\tau \Longrightarrow \boxed{V_\ell = \frac{m.g}{k}}$$

L'équation différentielle s'écrit : $\boxed{\frac{dV_z}{dt} + \frac{1}{\tau}.V_z = \frac{V_\ell}{\tau}}$

2-Profondeur atteinte par la luge :

$$V_z\,(t) = \frac{d\,V_z}{dt} = V_\ell\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$z(t) = V_\ell \left(t + \tau.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + C$$

$$z(t = 0) = 0 \Longrightarrow z(t) = V_\ell\,(0 + \tau.e^{0}) + C = 0 \Longrightarrow C = -\tau.V_\ell$$

$$z(t) = V_\ell \left(t + \tau.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) - \tau.V_\ell \Longrightarrow z(t) = V_\ell \left(t + \tau.e^{-\frac{t}{\tau}} - \tau\right)$$

مع: $\tau = \frac{k}{m} = \frac{20}{200} = 0{,}1\,s$ و $V_\ell = g.\tau = 10 \times 0{,}1 = 1\,m.s^{-1}$

$$z(t) = t + 0{,}1e^{-\frac{t}{\tau}} - 0{,}1 = t + 0{,}1\left(e^{-\frac{t}{\tau}} - 1\right)$$

A $t = 41\,\tau$ le profondeur h atteinte par la luge depuis le point C :

$$z(41\tau) = h = 41\tau + 0{,}1\left(e^{-\frac{41\tau}{\tau}} - 1\right) \approx 41\tau - 0{,}1 = 41 \times 0{,}1 - 0{,}1 \Longrightarrow h = 4\,m$$

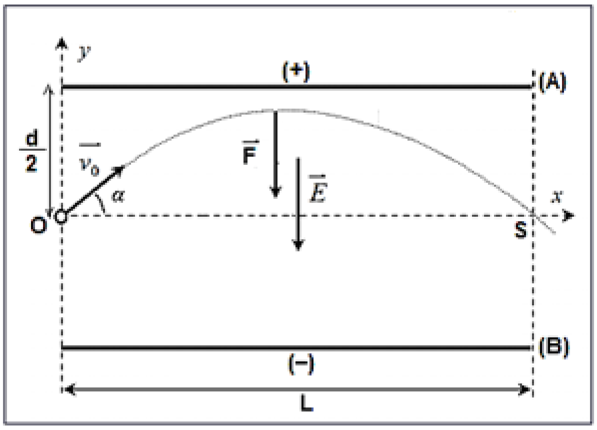
Partie II : Mouvement du faisceau de protons dans un champ électrostatique

1-Les équations horaires x(t) et y(t) :

Le système étudié :{Le proton}

Bilan des forces : $\vec{F}$: force électrostatique

Application de la deuxième loi de Newton :



$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m.\vec{a}$$

$$q\vec{E} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m}.\vec{E}$$

A t=0 :

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x}=V_0 \cos\alpha \\ V_{0y}=V_0 \sin\alpha \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

Projection sur Ox et Oy :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{e}{m}.E_y = -\frac{e..E}{m} = -\frac{e.U_0}{m.d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = \frac{d\,V_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{d\,V_x}{dt} = -\frac{e.U_0}{m.d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = V_0.\cos\alpha \\ V_y = \frac{dy}{dt} = -\frac{e.U_0}{m.d}.t + V_0.\sin\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = V_0.\cos\alpha.t + x_0 \\ y(t) = -\frac{e.U_0}{2m.d}.t^2 + V_0.\sin\alpha.t + y_0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\begin{cases} x(t) = V_0.\cos\alpha.t \\ y(t) = -\frac{e.U_0}{2m.d}.t^2 + V_0.\sin\alpha.t \end{cases}}$$

2-L'équation de la trajectoire :

$$t = \frac{x}{V_0\cos\alpha} \Leftarrow x = V_0\cos\alpha.t$$

$$y = -\frac{e.U_0}{2m.d}.\left(\frac{x}{V_0.\cos\alpha}\right)^2 + V_0.\sin\alpha.\left(\frac{x}{V_0.\cos\alpha}\right)$$

$$\boxed{y = -\frac{e.U_0}{2m.d.V_0^2.\cos^2\alpha}.x^2 + \tan\alpha.x}$$

3-La valeur de U_0:

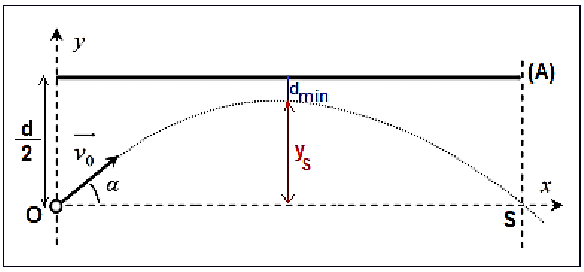
Les coordonnées du point S sont : $x_S = L$ et $y_S = 0$ on remplace dans l'équation de la trajectoire :

$$-\frac{e.U_0}{2m.d(V_0.\cos\alpha)^2}.L^2 + \tan\alpha.L = 0$$

$$-\frac{e.U_0}{2m.d(V_0.\cos\alpha)^2}.L + \tan\alpha = 0 \Rightarrow \frac{e\,U_0}{2m.d(V_0.\cos\alpha)^2}.L = \tan\alpha$$

$$U_0 = \frac{2m.d(V_0.\cos\alpha)^2.\tan\alpha}{e.L} = \frac{2m.d.V_0^2.\cos^2\alpha.\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}}{e.L} = \frac{2m.d.V_0^2.\sin\alpha.\cos\alpha}{e.L}$$

$$\boxed{U_0 = \frac{m\,d\,V_0^2.\sin 2\alpha}{e.L}}$$



$$U_0 = \frac{1{,}67.10^{-27} \times 7.10^{-2} \times (4{,}5.10^5)^2 \sin(2 \times 30°)}{1{,}6.10^{-19} \times 20.10^{-2}} \Longrightarrow \boxed{U_0 = 640{,}67\ \mathrm{V}}$$

4-La distance minimale d_{min} :

On a : $\frac{d}{2} = y_S + d_{min} \Longrightarrow d_{min} = \frac{d}{2} - y_S$

On a : $a_y = -\frac{e.U_0}{m.d}$ et $V_y = -a_y.t + V_0.\sin\alpha$

Au sommet de la trajectoire S on a : $V_{yS} = 0$ c'est à dire :

$$t_S = -\frac{V_0 \sin\alpha}{a_y} \Longleftarrow a_y.t_S + V_0 \sin\alpha = 0$$

$$y_S = \frac{1}{2} a_y.t_S^2 + V_0 \sin\alpha.t_S$$

$$y_S = \frac{1}{2} a_y.\left(-\frac{V_0.\sin\alpha}{a_y}\right)^2 + V_0.\sin\alpha.\left(-\frac{V_0.\sin\alpha}{a_y}\right) = \frac{1}{2}\frac{(V_0.\sin\alpha)^2}{a_y} - \frac{(V_0.\sin\alpha)^2}{a_y}$$

$$y_S = -\frac{(V_0.\sin\alpha)^2}{2a_y} = -\frac{(V_0.\sin\alpha)^2}{2\left(-\frac{e.U_0}{m.d}\right)} \Longrightarrow \boxed{y_S = \frac{m.d(V_0.\sin\alpha)^2}{2eU_0}}$$

$$y_S = \frac{1{,}67.10^{-27} \times 7.10^{-2} \times [4{,}5.10^5 \sin(30°)]^2}{2 \times 1{,}6.10^{-19} \times 640{,}67} = 2{,}89.10^{-2}\mathrm{m} \Longrightarrow \boxed{y_S = 2{,}89\ \mathrm{cm}}$$

$$\boxed{d_{min} = \frac{d}{2} - y_S} \Longrightarrow d_{min} = \frac{7}{2} - 2{,}89 \Longrightarrow \boxed{d_{min} = 0{,}61\ \mathrm{cm}}$$