تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2021
مادة الفيزياء والكيمياء شعبة العلوم الرياضية
www.svt-assilah.com

التمرين 1 : الكيمياء (7نقط)

الجزء I : حمض الفورميك

1-كمية مادة حمض الفورميك:

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

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

2-1-معادلة التفاعل:

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

2-2-تحديد $m(HCO_3^-)$:

لدينا التفاعل كلي وبالتالي $n_1 = n_i(HCO_3^-)$

وبما ان: $n_i(HCO_3^-) = n_i(NaHCO_3) = \frac{m}{M(HCO_3)}$ وبالتالي: $m = n_i(NaHCO_3).M(NaHCO_3)$

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

3-1-تحديد نسبة جزيئات HCOOH المتفاعلة في المحلول S2 :

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

$$\tau = \frac{N(HCOO^-)}{N(HCOOH)} = \frac{n(H_3O^+)}{n_1} = \frac{10^{-pH}.V_2}{n_1} = \frac{10^{-2,43} \times 10^{-3}}{7,96.10^{-5}} = 4,66.10^{-2} \Longrightarrow \boxed{\tau = 4,67\ \%}$$

تفاعل حمض الميثانويك مع الماء محدود وبالتالي معادلة التفاعل تكتب:

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

3-2-التحقق من قيمة pK_A :

حسب تعريف K_A :

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

حسب الجدول الوصفي:

$$[HCOO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_2} = 10^{-pH}$$

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

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

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

1-4-قيمة pH المحلول S_3 :

تركيز حمض الميثانويك C_3 في المحلول S_3 ← علاقة التخفيف : $C_3(V_2 + V_{eau}) = C_2.V_2$

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

تعبير K_A :

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

نضع: $x = 10^{-pH}$ نحصل على: $x^2 + K_A.x - K_A.C_3 = 0$

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

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

1-2-4-معادلة التفاعل:

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

2-2-4-تحديد قيمة pH :

معادلة التفاعل	$HCOOH_{(aq)}$ +	$HO^-{}_{(aq)}$ →	$HCOO^-{}_{(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$
$t = 0$	C_2V_a	$C_b.V_b$	0	وفير
t	$C_2V_a - x$	$C_b.V_b - x$	x	وفير
$t = t_f$	$C_2V_a - x_f$	$C_b.V_b - x_f$	x_f	وفير

حسب الجدول الوصفي: المتفاعل المحد هو HO^- والتقدم الأقصى:

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

لدينا:

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

$$pH = 3,74 + \log\left(\frac{7,5.10^{-4}}{7,96.10^{-2} \times 10.10^{-3} - 7,5.10^{-4}}\right) \Rightarrow \boxed{pH = 4,95}$$

الجزء II : دراسة عمود رصاص-حديد

1-عدد الاقتراحات الخاطئة: 4

أ-يحدث اختزال بجوار إلكترود الحديد. خطأ

ب-تحدث أكسدة بجوار إلكترود الرصاص. خطأ

ج-صفيحة الحديد هي القطب السالب للعمود وتمثل الكاتود. خطأ

د-صفيحة الرصاص هي القطب السالب للعمود وتمثل الأنود. خطأ

2-المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود:

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

3-خارج التفاعل عند اللحظة t_1 :

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل	$Pb^{2+}_{(aq)}$ +	$Fe_{(s)}$ $\longrightarrow$	$Fe^{2+}_{(aq)}$ +	$Pb_{(s)}$	$n(é)$
الحالة البدئية	$[Pb^{2+}]_i.V$	وفير	$[Fe^{2+}]_i.V$	$n_i(Pb)$	$n(é) = 0$
بعد تمام المدة Δt	$[Pb^{2+}]_i.V - x$	وفير	$[Fe^{2+}]_i.V + x$	$n_i(Pb) + x$	$n(é) = 2x$

تعبير خارج التفاعل عند اللحظة t_1 :

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

كمية مادة الرصاص المتوضعة خلال المدة 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-تحديد قيمة t_1 :

حسب الجدول الوصفي: $n(e^-) = 2x$ و $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I.t_1}{F}$

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

$$t_1 = 16min\ 5s$$

التمرين 2: الموجات

1-طبيعة الموجات الصوتية:

الموجات الصوتية طولية لان اتجاه التشويه على استقامة واحدة مع اتجاه الانتشار.

2-المسافة المقطوعة خلال دور واحد:

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

3-تعبير Δt :

لدينا:

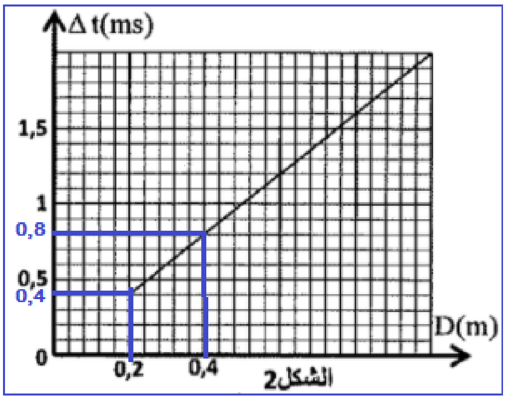
$$\Delta t = t_a - t_b$$

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

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

مع $t_h = t_b$ ومنه:

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



4-هل الزيت خالص؟

الدالة $\Delta t = f(D)$ خطية معادلتها تكتب: $\Delta t = KD$

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

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

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

$$\boxed{V_h = \frac{V_a}{1 - V_a.K}} \Longrightarrow V_h = \frac{340}{1 - 340 \times 2.10^{-3}} \Longrightarrow \boxed{V_h = 1062,5\ m.s^{-1}}$$

$V_h \notin [1595\ m.s^{-1} ; 1600\ m.s^{-1}]$ ، إذن الزيت غير خالص.

التمرين 3: التحولات النووية

1-عدد الاثباتات الصحيحة: 1

2-الانشطار النووي:

2-1-معادلة التفتت:

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

حسب قانونا صودي:

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

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

2-2-مقارنة استقرار الدقيقتين:

نحدد أولا طاقة الربط بالنسبة لنوية للنواتين α و $^{7}_{3}Li$:

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

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

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

نلاحظ ان: $\varepsilon(^{7}_{3}Li) < \mathcal{E}(^{4}_{2}He)$ إذن الدقيقة α أكثر استقرار من $^{7}_{3}Li$.

2-3-حساب الطاقة الناتجة $|\Delta E|$:

$$\boxed{|\Delta E| = |\Delta m.c^2| = |m(_3^7Li) + m(_2^4He) - m(_5^{10}B) - m(_0^1n)|.c^2}$$

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

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

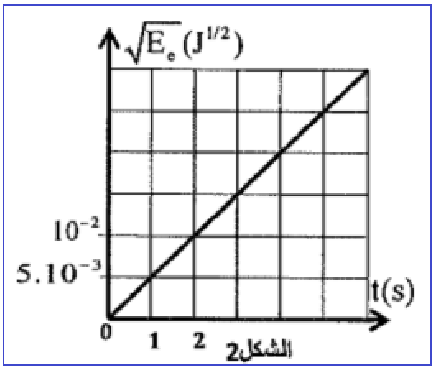
التمرين 4: الكهرباء

1-شحن المكثف وتفريغه في وشيعة

1-1-تعبير الطاقة المخزونة في المكثف:

$E_e = \frac{1}{2}.C_0.u_C^2$ مع

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



1-2-إثبات قيمة C_0 :

الدالة $\sqrt{E_e} = f(t)$ خطية معادلتها تكتب : $\sqrt{E_e} = K.t$ مع K المعامل الموجه:

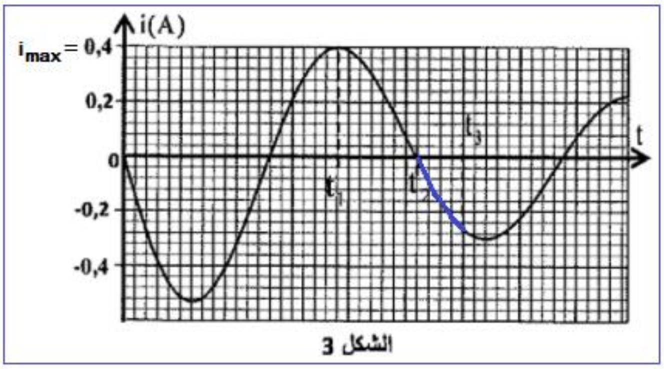
$$K = \frac{\Delta\sqrt{E_e}}{\Delta t} = \frac{10^{-2} - 0}{2 - 0} = 5.10^{-3}\ (S.I)$$

لدسنا: $q = I_0.t$ نعوض في تعبير

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

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

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



1-3-1-الطاقة المبددة بمفعول جول بين $t = 0$ و t_1 :

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

لدينا: $E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2}C_0u_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$

*عند $t = 0$ لدينا: $u_C = U_{AB}$

و $i = 0$: $E_T(t=0) = E_e = \frac{1}{2}C_0U_{AB}^2$

*عند $t = t_1$ لدينا: $i(t_1) = i_{max} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$

$$u_C + u_L = 0 \Rightarrow u_C = -u_L = -L.\frac{di}{dt} - ri^2 = -r{i_{max}}^2$$

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

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

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

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

2-3-1-هل المكثف يشحن او يفرغ بين t_2 و t_3 :

حسب الشكل 3 القيمة المطلقة $|i|$ لشدة التيار المار في الدارة تتزايد وبالتالي الطاقة المخزونة في الوشيعة تتزايد أيضا في حين الطاقة المخزونة في المكثف تتناقص، إذن المكثف يفرغ بين اللحظتين t_2 و t_3.

2-تضمين وإزالة تضمين الوسع

1-2-الرسم التذبذبي المناسب:

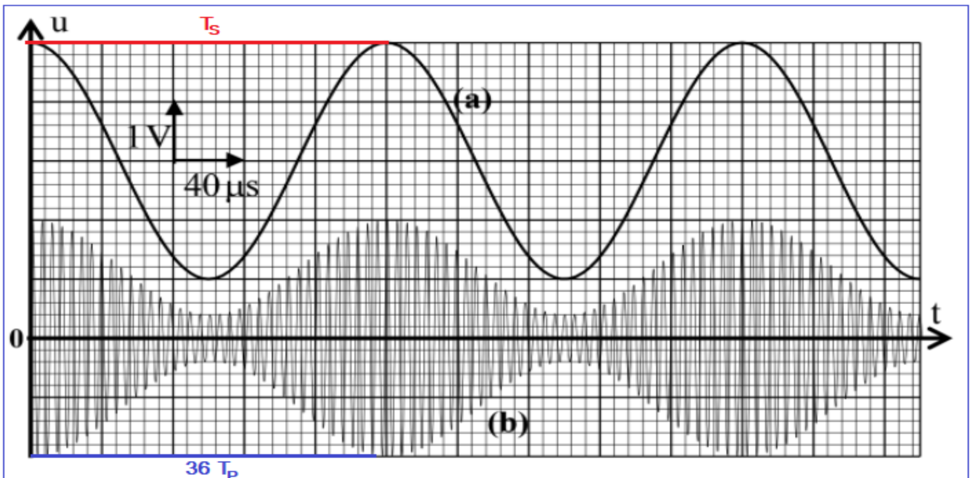
المنحنى (أ) يمثل الإشارة المضمِّنة.

المنحنى (ب) يمثل الإشارة المضمَّنة.

1-2-2-الترددد f_S و F_P :

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

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



الشكل5

2-2-2-نسبة التضمين:

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

2-3-إزالة التضمين

2-3-1-حساب C :

لدينا تعبير التردد الخاص: $N_0 = \frac{1}{T_0}$ مع $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ ومنه: $2\pi\sqrt{L.C} = \frac{1}{N_0}$

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

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

2-3-2-مجال قيم السعة C' :

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

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

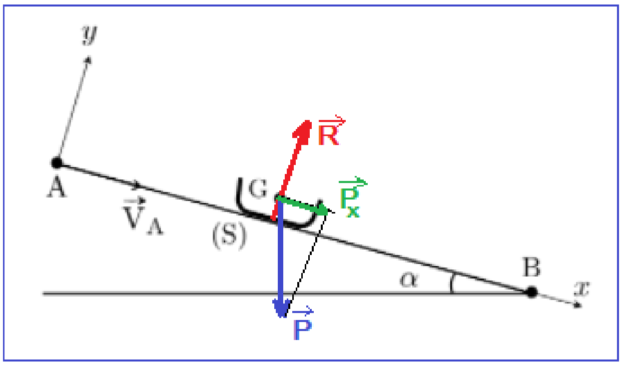
$$5{,}55.10^{-11}\ \text{F} \ << C' < 2.10^{-9}\text{F} \quad \Leftrightarrow \boxed{0{,}055\ \text{nF} \ << C' < 2\ \text{nF}}$$

التمرين 5: الميكانيك

الجزء I : حركة زلاقة

1-المرحلة الأولى: الحركة على الجزء المائل

1-1-التسارع a_{th} :



المجموعة المدروسة:$\{(S)\text{الجسم}\}$

جرد القوى:

$\vec{P}$: وزن الجسم و $\vec{R}$: تأثير المستوى المائل

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

الاسقاط على المحور $(A, \vec{i})$:

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

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

2-1-المسافة المقطوعة:

$x = \frac{1}{2}a_{th}t^2 + v_0 t + x_0$ مع $x_0 = 0$ و $V = a_{th}t + V_0$

نقصي الزمن من المعادلتين

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

$$x = \frac{V - V_0}{a_{th}}\left[\frac{1}{2}(V - V_0) + V_0\right] \Longrightarrow x = \frac{V - V_0}{a_{th}}\left(\frac{V + V_0}{2}\right)$$

$$x = \frac{V^2 - V_0^2}{2a_{th}}$$

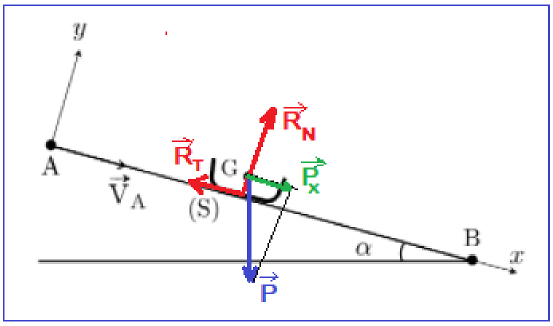
عندما تكون السرعة $V = V_1$ المسافة المقطوعة هي $x = d$ مع $V_0 = V_A$

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

1-3-1-قيمة a_{exp} :

المنحنى $V_{exp} = f(t)$ دالة خطية معادلتها تكتب: $V_{exp} = K.t$ المعامل الموجه يمثل التسارع

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



1-3-2-تعبير معامل الاحتكاك μ :

التماس يتم باحتكاك وبالتالي: $\vec{R} = \vec{R}_T + \vec{R}_N$

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

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

الاسقاط على المحور $(A, \vec{\imath})$:

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

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

الاسقاط على المحور $(A, \vec{\jmath})$:

$$-m.g\cos\alpha + R_N = 0 \Longrightarrow R_N = m.g\cos\alpha$$

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

ت.ع:

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

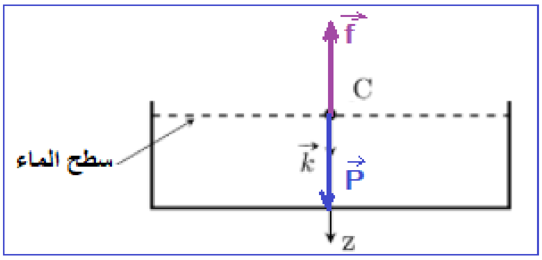
$$\mu = \frac{2 - 1}{10 \times \cos(11{,}54°)} \Longrightarrow \boxed{\mu = 0{,}1}$$

2-المرحلة الثانية: السقوط الراسي في الماء

2-1-المعادلة التفاضلية:

المجموعة المدروسة: $\{الزلاقة\}$

جرد القوى: بعد اهمال دافعة أرخميدس تصبح الزلاقة خاضعة لقوتين:



$\vec{P}$: وزن الزلاقة

$\vec{f}$: قوة احتكاك المائع

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

الاسقاط على المحور $(C,\vec{k})$:

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

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

نضع $\frac{1}{\tau} = \frac{k}{m}$ أي: $\boxed{\tau = \frac{m}{k}}$ نعوض في المعادلة التفاضلية: $\frac{dV_z}{dt} + \frac{1}{\tau}.V_z = g$

في النظام الدائم لدينا: $V_z = V_\ell$ و $\frac{dV_z}{dt} = 0$ نعوض في المعادلة التفاضلية: $\frac{V_\ell}{\tau} = g$

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

المعادلة التفاضلية تكتب: $\boxed{\frac{dV_z}{dt} + \frac{1}{\tau}.V_z = \frac{V_\ell}{\tau}}$

2-2-العمق الذي تصل اليه الزلاقة:

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

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

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

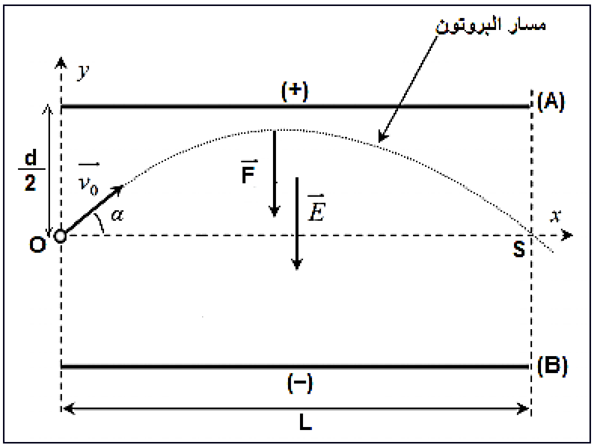
$$z(t) = V_\ell\left(t + \tau.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) - \tau.V_\ell \Rightarrow z(t) = V_\ell\left(t + \tau.e^{-\frac{t}{\tau}} - \tau\right)$$

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

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

عند اللحظة $t = 41\tau$ العمق h الذي تصل إليه الزلاقة:

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



الجزء II : حركة بروتون في مجال كهرساكن

1- المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$:

المجموعة المدروسة:{البروتون}

جرد القوى: $\vec{F}$ القوة الكهرساكنة

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{F} = m.\vec{a} \iff q\vec{E} = m.\vec{a} \implies \vec{a} = \frac{e}{m}.\vec{E}$$

الشروط البدئية:

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

الاسقاط على المحورين Ox و Oy :

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

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

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

2- معادلة المسار:

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

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

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

3- تحديد قيمة U_0 :

أحداثيات النقطة S هما: $x_S = L$ و $y_S = 0$ نعوض في معادلة المسار:

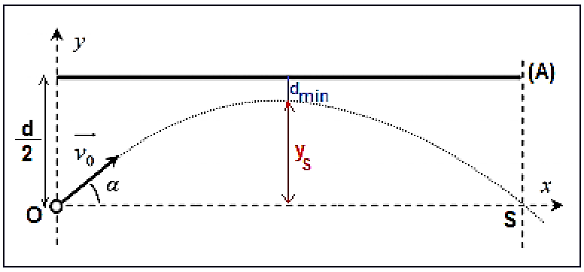
$$-\frac{e\,.U_0}{2m.d(V_0.cos\alpha)^2}.L^2 + tan\alpha.L = 0$$

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

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

$$\boxed{U_0 = \frac{m\,d\,V_0^2 . sin2\alpha}{e.L}}$$

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



4-المسافة الدنوية d_{min} :

لدينا: $\frac{d}{2} = y_S + d_{min}$ ومنه: $d_{min} = \frac{d}{2} - y_S$

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

عند قمة المسار S يكون $V_{yS} = 0$ ومنه:

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

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

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

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

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

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

الله ولي التوفيق