

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2021  
مادة الفيزياء والكيمياء شعبة العلوم الرياضية

التمرين 1 : الكيمياء (7نقط)

الجزء I : حمض الفورميك

1- كمية مادة حمض الفورميك:

$$n_1 = \frac{m_i}{M} = \frac{\rho \cdot 0,5 \cdot V_1}{M(\text{HCOOH})} \Rightarrow n_1 = \frac{1,22 \times 0,5 \times 6,00 \cdot 10^{-3}}{46,0} = 7,96 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_1 = 7,96 \cdot 10^{-2} \text{ mmol}$$

2-1- معادلة التفاعل:



2-2- تحديد  $m(\text{HCO}_3^-)$ :

لدينا التفاعل كلي وبالتالي  $n_1 = n_i(\text{HCO}_3^-)$

وبما ان:  $n_i(\text{HCO}_3^-) = n_i(\text{NaHCO}_3) = \frac{m}{M(\text{HCO}_3)}$  وبالتالي:  $m = n_i(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3)$

$$m = n_1 \cdot M(\text{NaHCO}_3) \Rightarrow m = 7,96 \cdot 10^{-5} \times 84,0 = 6,69 \cdot 10^{-3} \text{ g} \Rightarrow m = 6,69 \text{ mg}$$

3-1- تحديد نسبة جزيئات  $\text{HCOOH}$  المتفاعلة في المحلول  $S_2$ :



$$\tau = \frac{N(\text{HCOO}^-)}{N(\text{HCOOH})} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{n_1} = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V_2}{n_1} = \frac{10^{-2,43} \times 10^{-3}}{7,96 \cdot 10^{-5}} = 4,66 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \tau = 4,67 \%$$

تفاعل حمض الميثانويك مع الماء محدود وبالتالي معادلة التفاعل تكتب:



3-2- التحقق من قيمة  $\text{pK}_A$ :

$$K_A = \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}} \quad \text{حسب تعريف } K_A$$

$$[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V_2} = 10^{-\text{pH}} \quad \text{حسب الجدول الوصفي:}$$

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

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C_2 - 10^{-\text{pH}}}$$

$$pK_A = -\log K_A = -\log \left( \frac{10^{-2pH}}{C_2 - 10^{-pH}} \right) \quad A, N: pK_A = -\log \left( \frac{10^{-2 \times 2,43}}{\frac{7,96 \cdot 10^{-5}}{10^{-3}} - 10^{-2,43}} \right) \Rightarrow pK_A = 3,74$$

4-1- قيمة pH المحلول S<sub>3</sub> :

تركيز حمض الميثانويك C<sub>3</sub> في المحلول S<sub>3</sub> ← علاقة التخفيف : C<sub>3</sub>(V<sub>2</sub> + V<sub>eau</sub>) = C<sub>2</sub>·V<sub>2</sub>

$$C_3 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_2 + V_{eau}} = \frac{7,96 \cdot 10^{-2} \times 25 \cdot 10^{-3}}{(25 + 50) \cdot 10^{-3}} = 2,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

تعبير K<sub>A</sub> :

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

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

$$x_1 = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A \cdot C_3}}{2} > 0 \Rightarrow x_1 = \frac{-10^{-3,74} + \sqrt{10^{-2 \times 3,74} + 4 \times 10^{-3,74} \times 2,65 \cdot 10^{-2}}}{2}$$

$$x_1 = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow pH' = -\log x_1 \Rightarrow pH' = -\log(2,11 \cdot 10^{-3}) = 2,68$$

4-2-1- معادلة التفاعل:



4-2-2- تحديد قيمة pH :

معادلة التفاعل	HCOOH <sub>(aq)</sub>	+ HO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	→	HCOO <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	+ H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>
t = 0	C <sub>2</sub> V <sub>a</sub>	C <sub>b</sub> ·V <sub>b</sub>		0	وفير
t	C <sub>2</sub> V <sub>a</sub> - x	C <sub>b</sub> ·V <sub>b</sub> - x		x	وفير
t = t <sub>f</sub>	C <sub>2</sub> V <sub>a</sub> - x <sub>f</sub>	C <sub>b</sub> ·V <sub>b</sub> - x <sub>f</sub>		x <sub>f</sub>	وفير

حسب الجدول الوصفي: المتفاعل المحد هو HO<sup>-</sup> والتقدم الأقصى:

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

$$pH = pK_A + \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = pK_A + \log \frac{x_{\max}}{C_2 \cdot V_a - x_{\max}} = pK_A + \log \frac{C_b \cdot V_b}{C_2 \cdot V_a - C_b \cdot V_b} \quad \text{لدينا:}$$

$$pH = 3,74 + \log \left( \frac{7,5 \cdot 10^{-4}}{7,96 \cdot 10^{-2} \times 10 \cdot 10^{-3} - 7,5 \cdot 10^{-4}} \right) \Rightarrow pH = 4,95$$

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-صفحة الرصاص هي القطب السالب للعمود وتمثل الأنود. خطأ

2-المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود:



3-خارج التفاعل عند اللحظة  $t_1$  :

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل	$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$	$+$	$\text{Fe}_{(\text{s})}$	$\rightarrow$	$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$	$+$	$\text{Pb}_{(\text{s})}$	$n(\dot{e})$
الحالة البدئية	$[\text{Pb}^{2+}]_i \cdot V$		وفير		$[\text{Fe}^{2+}]_i \cdot V$		$n_i(\text{Pb})$	$n(\dot{e}) = 0$
بعد تمام المدة $\Delta t$	$[\text{Pb}^{2+}]_i \cdot V - x$		وفير		$[\text{Fe}^{2+}]_i \cdot V + x$		$n_i(\text{Pb}) + x$	$n(\dot{e}) = 2x$

تعبير خارج التفاعل عند اللحظة  $t_1$  :

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

$$n_d(\text{Pb}) = x = \frac{m_d}{M(\text{Pb})} = \frac{2,07 \cdot 10^{-3}}{207} = 10^{-5} \text{ mol} \quad : t_1 \text{ كمية مادة الرصاص المتوضعة خلال المدة } t_1$$

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

4-تحديد قيمة  $t_1$  :

حسب الجدول الوصفي:

$$n(e^-) = 2x \quad \text{و} \quad n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot t_1}{F}$$

$$2x = \frac{I \cdot t_1}{F} \Rightarrow t_1 = \frac{2xF}{I} = \frac{2m_d F}{I \cdot M(\text{Pb})} \Rightarrow t_1 = \frac{2 \times 2,07 \cdot 10^{-3} \times 9,65 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^{-3} \times 207} \Rightarrow \boxed{t_1 = 965 \text{ s}}$$

$$t_1 = 16 \text{ min } 5 \text{ s}$$

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:

$$V_a = \frac{d}{T} = d \cdot N \Rightarrow d = \frac{V_a}{N} = \frac{340}{40 \cdot 10^3} = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \boxed{d = 8,5 \text{ mm}}$$

3-تعبير  $\Delta t$  :

لدينا:

$$\Delta t = t_a - t_b$$

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

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

مع  $t_h = t_b$  ومنه:

$$\Delta t = t_a - t_b = \frac{D}{v_a} - \frac{D}{v_h} \Rightarrow \Delta t = D \left( \frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_h} \right)$$

4- هل الزيت خالص؟

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

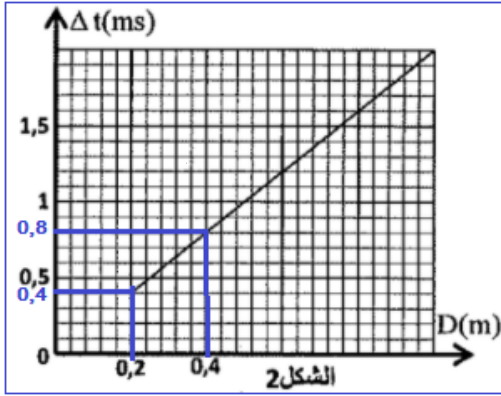
$$K = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{D_2 - D_1} = \frac{(0,8 - 0,4) \cdot 10^{-3} \text{ s}}{(0,4 - 0,2) \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

$$\frac{1}{v_h} = -K + \frac{1}{v_a} \Rightarrow \frac{1}{v_h} = \frac{-K \cdot v_a + 1}{v_a}$$

$$v_h = \frac{v_a}{1 - v_a \cdot K} \Rightarrow v_h = \frac{340}{1 - 340 \times 2 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow v_h = 1062,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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



التمرين 3: التحولات النووية

1- عدد الاثباتات الصحيحة: 1

2- الانشطار النووي:

2-1- معادلة التفتت:



حسب قانونا صودي:

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



2-2- مقارنة استقرار الدقيقتين:

نحدد أولا طاقة الربط بالنسبة لنوية اللواتين  $\alpha$  و  ${}^7_3\text{Li}$ :

$$\varepsilon({}^4_2\text{He}) = \frac{E_\ell(\alpha)}{4} = \frac{28,295244}{4} = 7,07 \text{ MeV/nuléon}$$

$$\varepsilon({}^7_3\text{Li}) = \frac{E_\ell({}^7_3\text{Li})}{7} = \frac{[3 \times 1,007276 + (7 - 3) \times 1,008665 - 7,016005] \times 931,5}{7}$$

$$\varepsilon({}^7_3\text{Li}) = 5,38 \text{ MeV/nuléon}$$

نلاحظ ان:  $\varepsilon({}^4_2\text{He}) > \varepsilon({}^7_3\text{Li})$  إذن الدقيقة  $\alpha$  أكثر استقرارا من  ${}^7_3\text{Li}$ .

### 2-3- حساب الطاقة الناتجة $|\Delta E|$ :

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

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

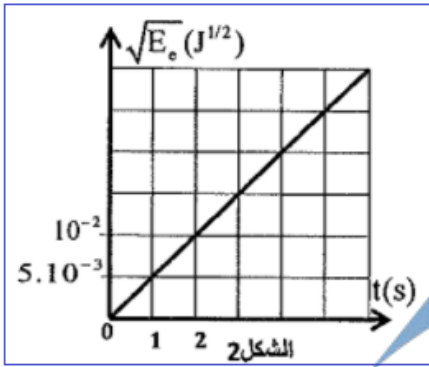
$$|\Delta E| = 3,81 \text{ MeV}$$

### التمرين 4: الكهرباء

#### 1- شحن المكثف وتفريغه في وشيعة

##### 1-1- تعبير الطاقة المخزونة في المكثف:

$$E_e = \frac{1}{2} \cdot C_0 \cdot u_C^2 \text{ مع}$$



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

##### 2-1- إثبات قيمة $C_0$ :

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

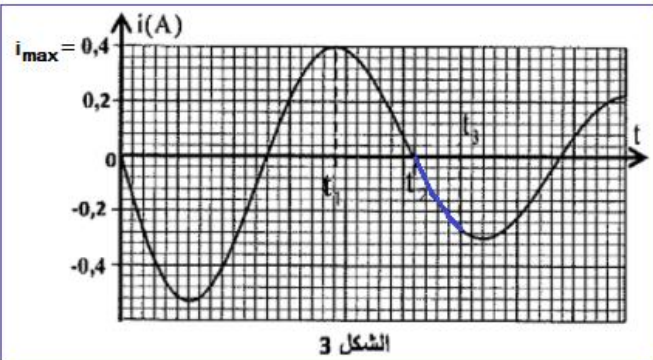
$$K = \frac{\Delta \sqrt{E_e}}{\Delta t} = \frac{10^{-2} - 0}{2 - 0} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (S.I)}$$

لدينا:  $q = I_0 \cdot t$  نعوض في تعبير

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

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

$$C_0 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-3}}\right)^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow C_0 = 2 \mu\text{F}$$



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

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

$$E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2} C_0 u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2 \text{ لدينا:}$$

$$u_C = U_{AB} \text{ لدينا: عند } t = 0$$

$$E_T(t = 0) = E_e = \frac{1}{2} C_0 U_{AB}^2 : i = 0 \text{ و}$$

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

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

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

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

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

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

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

2-1- الرسم التذبذي المناسب:

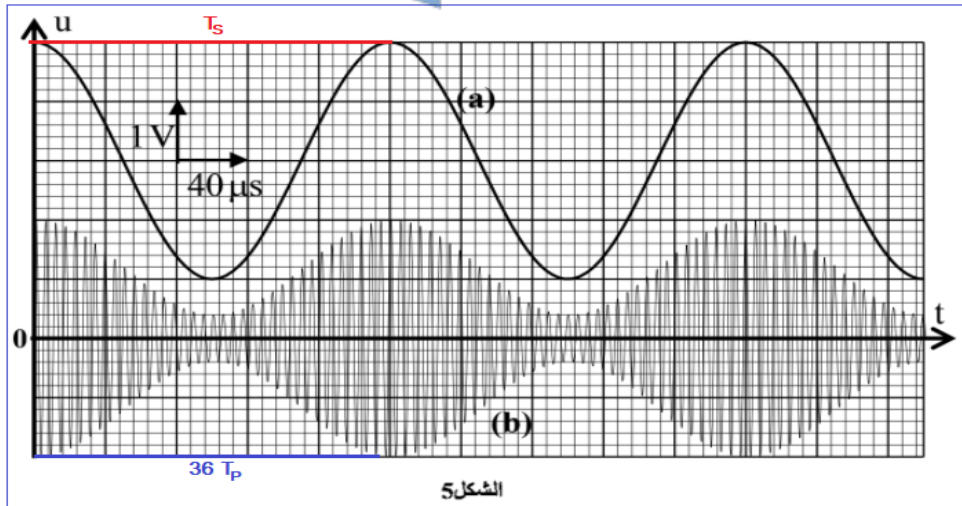
المنحنى (أ) يمثل الإشارة المضمّنة.

المنحنى (ب) يمثل الإشارة المضمّنة.

2-2-1- التردد  $f_s$  و  $F_p$  :

$$f_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{5 \times 40 \times 10^{-6}} = 5000 \text{ Hz} \Rightarrow f_s = 5 \text{ kHz}$$

$$F_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{\frac{5 \times 40}{36} \times 10^{-6}} = 180000 \text{ Hz} \Rightarrow f_s = 180 \text{ kHz}$$



2-2-2- نسبة التضمين:

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

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:  $2\pi\sqrt{L.C} = \frac{1}{N_0}$

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

$$C = \frac{1}{4 \times 10 \times 8,6 \cdot 10^{-3} \times (180 \cdot 10^3)^2} = 8,97 \cdot 10^{-11} \text{F} \Rightarrow C \approx 90 \text{ pF}$$

2-3-2- مجال قيم السعة  $C'$  :

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

$$\frac{1}{100 \cdot 10^3 \times 180 \cdot 10^3} \ll C' < \frac{1}{100 \cdot 10^3 \times 5 \cdot 10^3}$$

$$5,55 \cdot 10^{-11} \text{F} \ll C' < 2 \cdot 10^{-9} \text{F} \Leftrightarrow 0,055 \text{ nF} \ll C' < 2 \text{ nF}$$

التمرين 5: الميكانيك

الجزء I : حركة زلاقة

1- المرحلة الأولى: الحركة على الجزء المائل

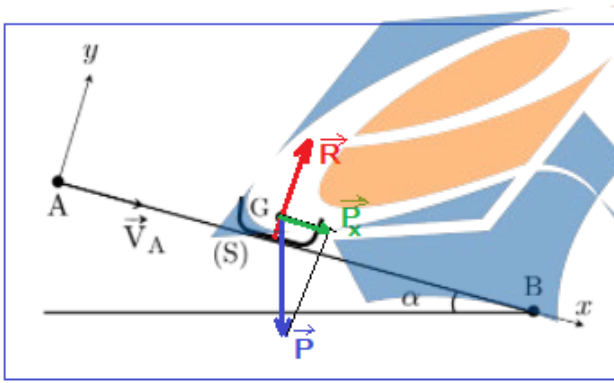
1-1- التسارع  $a_{th}$  :

المجموعة المدروسة: {الجسم (S)}

جهد القوى:

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

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:



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

الاسقاط على المحور  $(A, \vec{i})$  :

$$P_x + R_x = m \cdot a_x \Leftrightarrow m \cdot g \sin \alpha = m \cdot a_{th} \Rightarrow a_{th} = g \cdot \sin \alpha$$

$$a_{th} = 10 \times 0,2 \Rightarrow a_{th} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

1-2- المسافة المقطوعة:

$$V = a_{th}t + V_0 \text{ و } x_0 = 0 \text{ مع } x = \frac{1}{2}a_{th}t^2 + v_0t + x_0$$

نقصي الزمن من المعادلتين

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

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

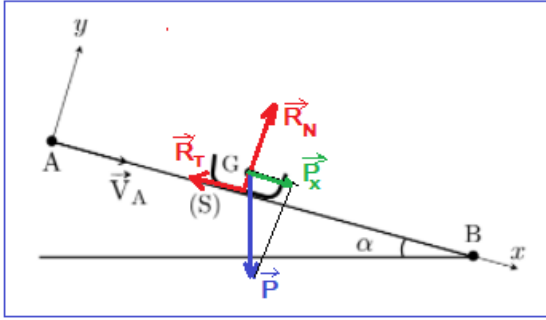
$$x = \frac{V^2 - V_0^2}{2a_{th}}$$

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

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

1-3-1- قيمة  $a_{exp}$ :

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



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

1-3-2- تعبير معامل الاحتكاك  $\mu$ :

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

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

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

الاسقاط على المحور  $(A, \vec{i})$ :

$$m \cdot g \sin \alpha - R_T = m \cdot a_{exp} \Rightarrow R_T = m \cdot g \sin \alpha - m \cdot a_{exp} = m \cdot a_{th} - m \cdot a_{exp}$$

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

الاسقاط على المحور  $(A, \vec{j})$ :

$$-m \cdot g \cos \alpha + R_N = 0 \Rightarrow R_N = m \cdot g \cos \alpha$$

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

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

ت.ع:

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

2-المرحلة الثانية: السقوط الراسي في الماء

1-2-المعادلة التفاضلية:

المجموعة المدروسة: {الزلافة}

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

$\vec{P}$ : وزن الزلاقة

$\vec{f}$ : قوة احتكاك المائع

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

الاسقاط على المحور  $(C, \vec{k})$ :

$$P - f = m \cdot a_z \Rightarrow m \cdot g - k \cdot v_z = m \cdot a_z \Rightarrow a_z + \frac{k}{m} \cdot v_z = g$$

$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v_z = g$$

نضع  $\frac{1}{\tau} = \frac{k}{m}$  أي:  $\tau = \frac{m}{k}$  نعوض في المعادلة التفاضلية:  $\frac{dv_z}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v_z = g$

في النظام الدائم لدينا:  $v_z = v_\ell$  و  $\frac{dv_z}{dt} = 0$  نعوض في المعادلة التفاضلية:  $\frac{v_\ell}{\tau} = g$

$$v_\ell = g \cdot \tau \Rightarrow v_\ell = \frac{m \cdot g}{k}$$

المعادلة التفاضلية تكتب:  $\frac{dv_z}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v_z = \frac{v_\ell}{\tau}$

2-2- العمق الذي تصل اليه الزلاقة:

$$v_z(t) = \frac{dv_z}{dt} = v_\ell (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$z(t) = v_\ell (t + \tau \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}) + C$$

$$z(t=0) = 0 \Rightarrow z(t) = v_\ell (0 + \tau \cdot e^0) + C = 0 \Rightarrow C = -\tau \cdot v_\ell$$

$$z(t) = v_\ell (t + \tau \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}) - \tau \cdot v_\ell \Rightarrow z(t) = v_\ell (t + \tau \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} - \tau)$$

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

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

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

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

## الجزء II : حركة بروتون في مجال كهرساكن

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

المجموعة المدروسة: {البروتون}

جهد القوى:  $\vec{F}$  القوة الكهرساكنة

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow q\vec{E} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m} \cdot \vec{E}$$

الشروط البدئية:

الاسقاط على المحورين  $Ox$  و  $Oy$  :

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

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

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

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

2-معادلة المسار:

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha} \Leftrightarrow x = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

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

3-تحديد قيمة  $U_0$  :

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

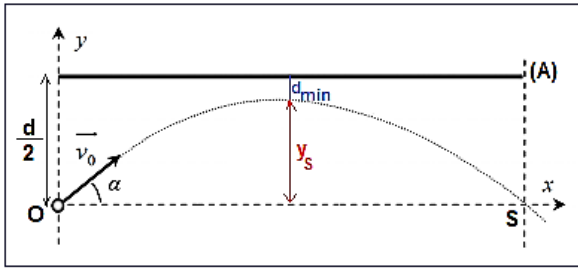
$$-\frac{e \cdot U_0}{2m \cdot d \cdot (V_0 \cdot \cos \alpha)^2} \cdot L^2 + \tan \alpha \cdot L = 0$$

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

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

$$U_0 = \frac{m d v_0^2 \sin 2\alpha}{e \cdot L}$$

$$U_0 = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \times 7 \cdot 10^{-2} \times (4,5 \cdot 10^5)^2 \sin(2 \times 30^\circ)}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 20 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow U_0 = 640,67 \text{ V}$$



4-المسافة الدنيا  $d_{min}$  :

$$d_{min} = \frac{d}{2} - y_s \quad \text{لدينا: } \frac{d}{2} = y_s + d_{min}$$

$$v_y = -a_y \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \quad \text{لدينا: } a_y = -\frac{e \cdot U_0}{m \cdot d}$$

عند قمة المسار S يكون  $v_{ys} = 0$  ومنه:

$$t_s = -\frac{v_0 \sin \alpha}{a_y} \Leftrightarrow a_y \cdot t_s + v_0 \sin \alpha = 0$$

$$y_s = \frac{1}{2} a_y \cdot t_s^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t_s$$

$$y_s = \frac{1}{2} a_y \cdot \left( -\frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{a_y} \right)^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \left( -\frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{a_y} \right) = \frac{1}{2} \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{a_y} - \frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{a_y}$$

$$y_s = -\frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2 a_y} = -\frac{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2 \left( -\frac{e \cdot U_0}{m \cdot d} \right)} \Rightarrow y_s = \frac{m \cdot d (v_0 \cdot \sin \alpha)^2}{2 e U_0}$$

$$y_s = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \times 7 \cdot 10^{-2} \times [4,5 \cdot 10^5 \sin(30^\circ)]^2}{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 640,67} = 2,89 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow y_s = 2,89 \text{ cm}$$

$$d_{min} = \frac{d}{2} - y_s \Rightarrow d_{min} = \frac{7}{2} - 2,89 \Rightarrow d_{min} = 0,61 \text{ cm}$$

الله ولي التوفيق