

تصحيح الامتحان الوطني للعلوم الفيزيائية الدورة العادية 2010

الكيمياء

الجزء الاول : دراسة حلماة استر في وسط قاعدي

1.1- جرد الأيونات المتواجدة في الخليط :

أيونات الصوديوم : Na^+

أيونات الهيدروكسيد : HO^-

أيونات الميثانوات : $HCOO^-$

ملحوظة : نهمل تركيز أيونات الاوكسونيوم H_3O^+ أمام تراكيز الايونات المتواجدة في الخليط .

1.2- الجدول الوصفي لتطور المجموعة :

كميات المادة البدئية للمتفاعلين : $n_i(HCO_2H) = n_i(HO^-) = C_B \cdot V = 10 \times 2.10^{-4} = 2.10^{-3} mol$

المعادلة الكيميائية		$HCO_2H_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCO_2^-_{(aq)} + CH_3OH_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	2.10^{-3}	2.10^{-3}	0	0
حالة التحول	x	$2.10^{-3} - x$	$2.10^{-3} - x$	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$2.10^{-3} - x_{max}$	$2.10^{-3} - x_{max}$	x_{max}	x_{max}

1.3- إثبات تعبير المواصلة G :

حسب تعريف المواصلة نكتب :

$$G = K(\lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{HO^-}[HO^-] + \lambda_{HCOO^-}[HCOO^-])$$

باستعمال الجدول الوصفي عند اللحظة t نكتب :

$$[HCO_2^-] = \frac{n(HCO_2^-)}{V} = \frac{x}{V} \quad \text{و} \quad [HO^-] = \frac{n(HO^-)}{V} = \frac{C_B \cdot V - x}{V}$$

أيونات الصوديوم Na^+ لم تتدخل في التفاعل ومنه فإن تركيزها يبقى ثابتا :

$$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{V} = \frac{C_B \cdot V}{V} = C_B$$

تعبير المواصلة يكتب :

$$G = K \left(\lambda_{Na^+} C_B + \lambda_{HO^-} \frac{C_B \cdot V - x}{V} + \lambda_{HCOO^-} \frac{x}{V} \right) = K \left[C_B (\lambda_{Na^+} + \lambda_{HO^-}) + x \left(\frac{\lambda_{HCOO^-} - \lambda_{HO^-}}{V} \right) \right]$$

نعوض $C_B = 10 mol \cdot m^{-3}$ و $V = 2.10^{-4} m^3$

ت.ع :

$$G = 0,01 \times \left[10 \times (5,01 \cdot 10^{-3} + 19,9 \cdot 10^3) + x \left(\frac{5,46 \cdot 10^3 - 19,9 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-4}} \right) \right] = 2,49 \cdot 10^{-3} - 0,72x$$

$$G \approx -0,72x + 2,5 \cdot 10^{-3}$$

1.4- تعليل تناقص الموصلية أثناء التفاعل :

أثناء التفاعل تختفي الأيونات HO^- وتعوها الأيونات $HCOO^-$ ذات

الموصلية المولية الاقل حيث : $\lambda_{HCOO^-} < \lambda_{HO^-}$

وبالتالي تتناقص الموصلية .

1.5- إيجاد $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل :

حسب تعريف زمن نصف التفاعل : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$

حسب الجدول الوصفي التقدم الأقصى هو : $x_{max} = 2 \cdot 10^{-3} mol$

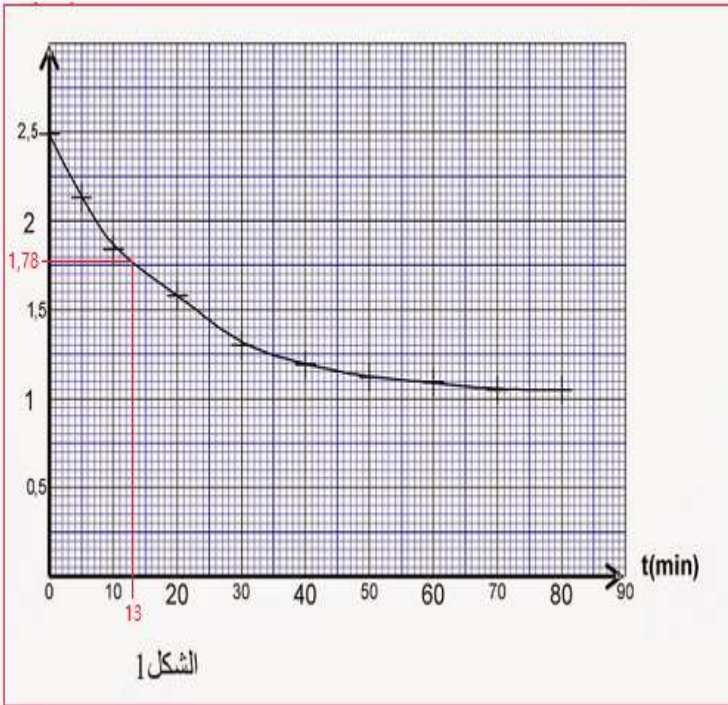
ومنه : $x(t_{1/2}) = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2} = 10^{-3} mol$

$$G(t_{1/2}) = -0,72 \cdot x(t_{1/2}) + 2,5 \cdot 10^{-3}$$

ت.ع : $G(t_{1/2}) = -0,72 \times 10^{-3} + 2,5 \cdot 10^{-3} = 1,78 \cdot 10^{-3} S$

أي : $G = 1,78 mS$

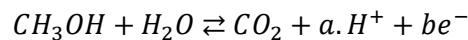
باستعمال المبيان $G = f(t)$ نجد : $t_{1/2} \approx 13 mn$



الجزء الثاني : دراسة عمود ذي محروق

2.1- تحديد المعاملين a و b :

عند أحد الإلكترودين يحدث تحول يتمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :



بتطبيق انحفاظ عنصر الهيدروجين نجد : $a = 6$ و بالتعادل الكهربائي نحصل على $a - b = 0$ أي : $a = b = 6$

2.2- الإلكتروود الذي يحدث فيه هذا التحول هو A .

التعليل :

منحى انتقال الالكترونات هو عكس منحى التيار الكهربائي أي من A نحو B ومنه فإن الميثانول هو المختزل أي الذي يفقد الالكترونات .

2.3- المعادلة المنمذجة عند الالكترود الآخر الذي على مستواه يقع تفاعل الاختزال :

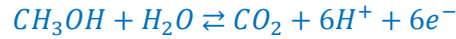


❖ الالكترود A يمثل الأنود (لان يحدث بجواره أكسدة)

❖ الالكترود B يمثل الكاتود (لان يحدث بجواره اختزال) .

2.4- إيجاد الحجم V للميثانول المستهلك خلال المدة $\Delta t = 1h30min$:

معادلة التفاعل التي تحدث بجوار الانود :



الجدول الوصفي للتحويل عند الانود :

معادلة التفاعل		$CH_3OH + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + 6H^+ + 6e^-$					كمية مادة الالكترونات المتبادلة
حالة المجموعة	التقدم	كمية المادة (mol)					
الحالة البدئية	0	n_0	n'_0	0	0	-----	0
الحالة الوسيطة	x	$n_0 - x$	$n'_0 - x$	x	$6x$	-----	$6x$

حسب الجدول الوصفي كمية مادة الالكترونات : $n(e^-) = 6x$ مع $n(e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$

وبالتالي : $6x = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$ أي : $x = \frac{I \cdot \Delta t}{6F}$

كمية مادة الايثانول البدئية هي n_0 و كمية مادة الكحول بعد تمام المدة Δt هي $n_0 - x$ وبالتالي تكون كمية مادة المستهلكة

هي $n = x$ أي : (1) $n = \frac{I \cdot \Delta t}{6F}$

من جهة أخرى نعلم أن :

$$n = \frac{m(CH_3OH)}{M(CH_3OH)} = \frac{\rho \cdot V}{M(CH_3OH)} \quad (2)$$

باعتبار العلاقتين (1) و (2) نكتب :

$$\frac{\rho \cdot V}{M(CH_3OH)} = \frac{I \cdot \Delta t}{6F} \Rightarrow V = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(CH_3OH)}{6\rho \cdot F}$$

$$V = \frac{45.10^{-3} \times (3600 + 30 \times 60) \times 32}{6 \times 0.79 \times 96500} = 0,017 \text{ cm}^3 \text{ ت.ع.}$$

الحجم المستهلك هو : $V = 1,7.10^{-2} \text{ cm}^3$

الفيزياء

الفيزياء النووية :

1- تفتت نويدة الأورانيوم $^{238}_{92}U$

1.1- تركيب نزيدة الرادون $^{222}_{86}Rn$:

عدد البروتونات هو : $Z = 86$

عدد النوترونات هو : $N = A - Z = 222 - 86 \Rightarrow N = 136$

1.2- حساب طاقة الربط لنواة الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$:

$$E_l = [Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - m(^{222}_{86}\text{Rn})] \cdot c^2$$

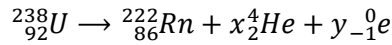
$$E_l = (86 \times 1,0073 + 136 \times 1,0087 - 221,9703)u \cdot c^2 = 1,8407u \cdot c^2$$

$$E_l = 1,8407 \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2$$

$$E_l = 1714,6 \text{ MeV}$$

1.3- تحديد عدد التفتتات α و β^- الناتجة عن التحول :

معادلة التفتت النووي :



تطبيق قانونا صودي :

$$\begin{cases} 238 = 222 + 4x + 0 \\ 92 = 86 + 2x + y \cdot (-1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{238 - 222}{4} = 4 \\ y = 2 \times 4 + 86 - 92 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 4 \\ y = 2 \end{cases}$$

عدد التفتتات هو 4α و $2\beta^-$.

2- التحقق من جودة الهواء داخل المسكن

2.1- تحديد كتلة الرادون الموجود داخل المسكن عند اللحظة t_0 :

لدينا :

$$a_0 = \lambda \cdot N_0$$

$$\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \Rightarrow N_0 = m_0 \cdot \frac{N_A}{M}$$

مع :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

و

$$a_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot m_0 \cdot \frac{N_A}{M}$$

نحصل على :

$$m_0 = \frac{a_0 \cdot M \cdot t_{1/2}}{N_A \cdot \ln 2}$$

نستنتج :

$$m_0 = \frac{5 \cdot 10^3 \times 222 \times 3,9 \times 86400}{6,02 \cdot 10^{23} \times \ln 2}$$

ت.ع :

$$m_0 = 8,96 \cdot 10^{-13} \text{ g}$$

2.2- حساب عدد الايام ليصبح النشاط الاشعاعي $a_1 = 300 \text{ Bq/m}^3$:

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda \cdot t_0}$$

حسب تعريف التناقص الاشعاعي :

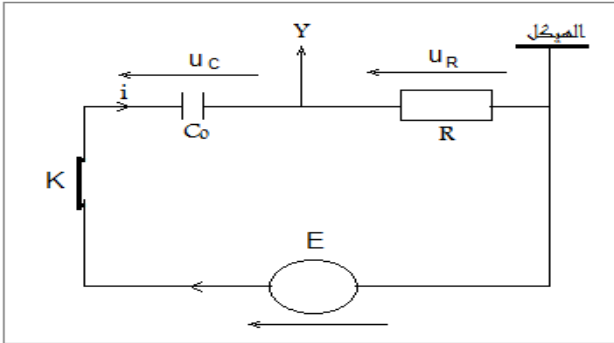
$$\frac{a(t)}{a_0} = e^{-\lambda \cdot t_0} \Rightarrow -\lambda \cdot t_1 = \ln \left(\frac{a(t)}{a_0} \right)$$

$$t_1 = \frac{\ln \left(\frac{a(t)}{a_0} \right)}{\lambda} \Rightarrow t_1 = \frac{\ln \left(\frac{a(t)}{a_0} \right)}{\ln 2} \cdot t_{1/2}$$

$$t_1 = \frac{\ln \left(\frac{5000}{300} \right)}{\ln 2} \times 3,9 \text{ j} \Rightarrow t_1 = 15,83 \text{ j}$$

الكهرباء :

الجزء الأول : شحن بواسطة مولد مؤمثل للتوتر



1.1- تمثيل كلا من التوترين u_C و u_R في اصطلاح مستقبل .

1.2- كيفية ربط جهاز راسم التذبذب لمعاينة التوتر u_R (أنظر الشكل جانبه).

1.3- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$:

- قانون إضافية التوترات : $u_R + u_C = E$

- قانون أوم للموصل الأومي في اصطلاح مستقبل : $u_R = R \cdot i$

مع : $i = \frac{dq}{dt}$ وبالتالي :

لدينا : $q = C_0 \cdot u_C$ أي :

المعادلة التفاضلية تكتب :

$$R \cdot C_0 \cdot \frac{dq}{dt} + q = E \cdot C_0 \quad \text{أو} \quad R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_0} = E$$

2.1- تحديد تعبير كل من الثابتين α و A :

يكتب الحل : $q(t) = A \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot t})$ وبالتالي : $\frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} [A \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot t})] = \alpha \cdot A \cdot e^{-\alpha \cdot t}$

نعوض في المعادلة التفاضلية : $R \cdot C_0 \cdot \alpha \cdot A \cdot e^{-\alpha \cdot t} + A \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot t}) = E \cdot C_0$

أو : $A \cdot e^{-\alpha \cdot t} (R \cdot C_0 \cdot \alpha - 1) + A - E \cdot C_0 = 0$

لكي تتحقق هذه العلاقة مهما يكن t ، يجب أن يكون :

$$R \cdot C_0 \cdot \alpha - 1 = 0 \quad \text{و} \quad A - E \cdot C_0 = 0 \quad \text{أي :} \quad \alpha = \frac{1}{R \cdot C_0} \quad \text{و} \quad A = E \cdot C_0$$

وبالتالي حل المعادلة التفاضلية يكتب :

$$q(t) = E \cdot C_0 (1 - e^{-t/R \cdot C_0})$$

1.5- تعبير شدة التيار المار في الدارة :

انطلاقاً من العلاقة : $i(t) = \frac{dq}{dt}$ أي : $i(t) = \frac{d}{dt} [E \cdot C_0 (1 - e^{-t/R \cdot C_0})]$ ، نستنتج : $i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-t/R \cdot C_0}$

بالمطابقة مع التعبير : $i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-t/\tau}$ نستنتج تعبير τ حيث :

$$\tau = R \cdot C_0$$

1.6- إثبات بعد الزمن للثابتة τ :

$$[\tau] = [R \cdot C] = [R] \times [C]$$

$$\begin{cases} u_R = R \cdot i \\ q = C \cdot u_C = i \cdot \Delta t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R = \frac{u_R}{i} \\ C = \frac{i \cdot \Delta t}{u_C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [R] = \frac{[u]}{[i]} \\ [C] = \frac{[i] \times [t]}{[u]} \end{cases} \Rightarrow [\tau] = [R] \cdot [C] = \frac{[u]}{[i]} \times \frac{[i] \times [t]}{[u]} \Rightarrow [\tau] = [t]$$

نستنتج أن τ بعد زمني .

1.7- تحديد المقاومة R و السعة C_0 :

حسب مبيان الشكل 2 نجد :

عند $t = 0$ شدة التيار $i(0) = 2 \text{ mA}$

$$\tau = 13 \text{ ms}$$

لدينا : $E = R \cdot i(0)$ أي : $R = \frac{E}{i(0)}$

$$R = 4,5 \text{ k}\Omega \quad \text{أو} \quad R = \frac{9}{2 \cdot 10^{-3}} = 4500 \Omega$$

كما أن : $\tau = R \cdot C_0$ أي : $C_0 = \frac{\tau}{R}$

$$C_0 = 1,89 \mu\text{F} \quad \text{أو} \quad C_0 = \frac{13 \cdot 10^{-3}}{4500} = 2,89 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

الجزء الثاني : إنجاز راديو بسيط AM

2.1- دور المركبة Y : إزالة تضمين الإشارة المستقبلية (كاشف الغلاف).

دور المركبة Z : حذف المركبة المستمرة للتوتر (مرشح الترددات العالية).

2.2- التحقق من كون المركبة X تمكن من التقاط المحطة الاذاعية ذات التردد $f = 540 \text{ kHz}$:

نعلم ان التردد الخاص لدارة الانتقاء $L.C$ يكتب : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$

تحديد التردد f_1 الذي يوافق دارة الانتقاء حيث :

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_1}} \quad \text{ت.ع :} \quad f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{5,3 \cdot 10^{-3} \times 13,1 \cdot 10^{-12}}} = 6,04 \cdot 10^5 \text{ Hz}$$

تحديد التردد f_2 الذي يوافق دارة الانتقاء حيث :

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_2}} \quad \text{ت.ع :} \quad f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{5,3 \cdot 10^{-3} \times 52,4 \cdot 10^{-12}}} = 3,02 \cdot 10^5 \text{ Hz}$$

نلاحظ أن التردد $f = 504 \text{ kHz}$ ينتمي الى المجال $[302 \text{ kHz} ; 604 \text{ kHz}]$ ، وبالتالي فإن المركبة X تمكن من التقاط المحطة الإذاعية ذات التردد $f = 504 \text{ kHz}$.

الميكانيك

1- دراسة الحركة على السكة AB

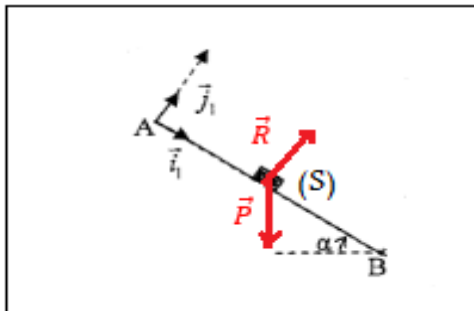
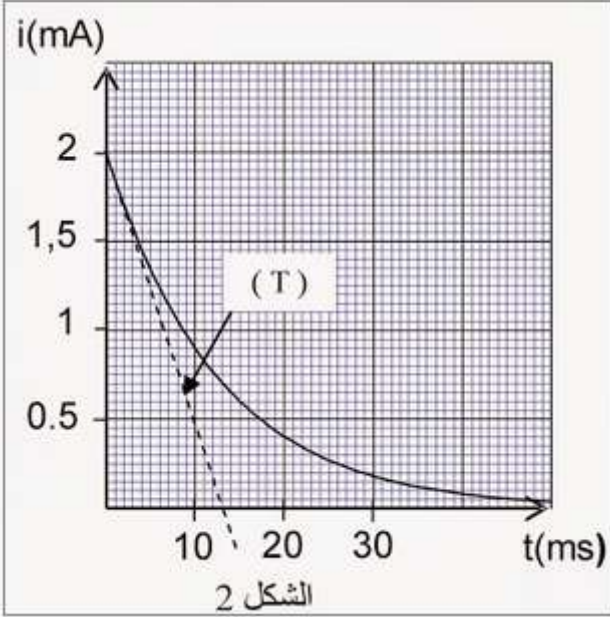
1.1- تحديد إحداثيي التسارع في المعلم $\mathcal{R}_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$

المجموعة المدروسة : {المجموعة (S)}

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

\vec{P} : وزنها

\vec{R} : تأثير السطح المائل



تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم $\mathcal{R}_1(A, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور Ax_1 :

$$P_x + R_x = m \cdot a_x \Rightarrow m \cdot g \cdot \sin\alpha + 0 = m \cdot a_x$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = g \cdot \sin\alpha \Rightarrow a_x = 9,8 \times \sin(45^\circ) = 3,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

بما أن الحركة لا تتم على المحور Ay_1 ، فإن :

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = 0$$

1.2- تحديد سرعة v_B عند النقطة B :

بما أن $a_x = g \cdot \sin\alpha = cte$ فإن الحركة متغيرة بانتظام بمعادلة السرعة تكتب : $v_x(t) = g \cdot \sin(\alpha) \cdot t + v_{0x}$

باعتبار الشروط البدئية $v_x(0) = 0$ ، فإن : $v_{0x} = 0$ ومنه فمعادلة السرعة تكتب : $v_x(t) = g \cdot \sin(\alpha) \cdot t$

المعادلة الزمنية تكتب : $x(t) = \frac{1}{2} g \cdot \sin(\alpha) \cdot t^2 + x_0$ باعتبار الشروط البدئية : $x(0) = 0$ فإن : $x_0 = 0$

المعادلة الزمنية تكتب : $x(t) = \frac{1}{2} g \cdot \sin(\alpha) \cdot t^2$

نقضي الزمن من المعادلتين الزميتين نجد : $x = \frac{1}{2} g \cdot \sin(\alpha) \cdot \left[\frac{v_x}{g \cdot \sin\alpha} \right]^2 = \frac{v_x^2}{2 \cdot g \cdot \sin\alpha}$ أي : $v_x = \sqrt{2 \cdot g \cdot x \cdot \sin\alpha}$

عند النقطة B يكون $x_B = AB$ ومنه تعبير v_B هو :

$$v_B = \sqrt{2 \times 2,4 \times 9,8 \times \sin(45^\circ)} \Rightarrow v_B = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

1.3- تحديد شدة القوة التي يطبقها السطح على (S) :

اسقاط العلاقة المتجهية $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$ على المحور Ay_1 : $P_y + R_y = m \cdot a_y \Rightarrow R - m \cdot g \cdot \cos\alpha = 0$

$$R = m \cdot g \cdot \cos\alpha \quad \text{أي:}$$

$$R = 70 \times 9,8 \times \cos(45^\circ) \Rightarrow R = 644,6 \text{ N} \quad \text{ت.ع:}$$

2- دراسة حركة G في الهواء

2.1- إيجاد تعبير v_x بدلالة m و v_c و f_1 و t :

المجموعة المدروسة : $\{S\}$

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

$$\vec{P} = -m \cdot g \vec{j} \quad \text{حيث :}$$

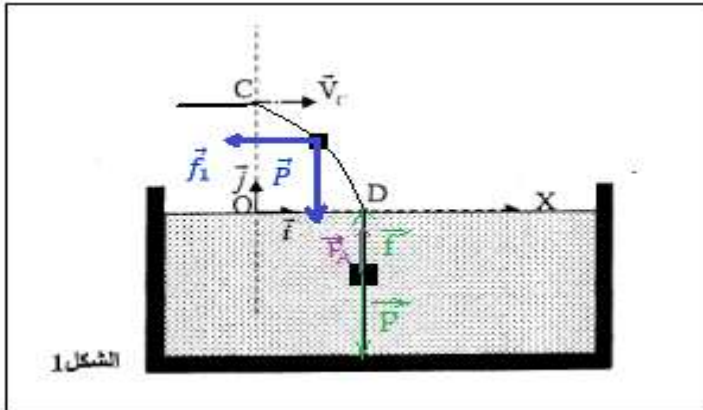
$$\vec{f}_1 = -f_1 \vec{i} \quad \text{حيث : تأثير الرياح الاصطناعية حيث :}$$

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{f}_1 = m \cdot \vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور Ax_1 :

$$P_x + f_{1x} = m \cdot a_x \Rightarrow 0 - f_1 = m \cdot a_x$$



$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -\frac{f_1}{m} = cte$$

بالتكامل نجد : $v_x = -\frac{f_1}{m} \cdot t + v_{x0}$ حسب الشروط البدئية : $v_x(0) = v_c$ ومنه : $v_x = -\frac{f_1}{m} \cdot t + v_c$: 2.2-أحساب f_1 :

عند النقطة D يكون : $v_x(t_D) = 0$ معادلة السرعة تكتب : $v_x(t_D) = -\frac{f_1}{m} \cdot t_D + v_c = 0$ وبالتالي : $\frac{f_1}{m} \cdot t_D = v_c$ أي : $f_1 = \frac{m \cdot v_c}{t_D}$ ت.ع : $f_1 = \frac{70 \times 4,67}{0,86} \Rightarrow f_1 = 380,1 N$

ب- تحديد الارتفاع h للنقطة C عند سطح الماء :
الاسقاط على المحور Ay_1 :

$$P_y + f_{1y} = m \cdot a_y \Rightarrow -m \cdot g + 0 = m \cdot a_y$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g = cte$$

بالتكامل نجد : $v_y(t) = -g \cdot t + v_{y0}$ حسب الشروط البدئية : $v_y(0) = 0$ ومنه : $v_y(t) = -g \cdot t$

بالتكامل نجد : $y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + y_0$ حسب الشروط البدئية : $y(0) = h$ ومنه : $y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + h$

عند النقطة D يكون : $y(t_D) = 0$ زمنه : $0 = -\frac{1}{2}g \cdot t_D^2 + h$

$$h = \frac{1}{2} \times 9,8 \times 0,86^2 \Rightarrow h \simeq 3,62 m$$
 أي : $h = \frac{1}{2}g \cdot t_D^2$ ت.ع :

3-دراسة الحركة الرأسية ل G في الماء

3.1-التحقق من المعادلة التفاضلية :

المجموعة المدروسة : $\{S\}$

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

$$\vec{P} = -m \cdot g \vec{j}$$
 حيث : \vec{P} وزنها حيث :

$$\vec{f} = 140 v^2 \vec{j}$$
 : تأثير قوة الاحتكاك المائع حيث :

$$\vec{F}_A = 637 \vec{j}$$
 : دافعة أرخميدس حيث :

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{F}_A = m \cdot \vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور Oy :

$$P_y + f_y + F_{Ay} = m \cdot a_x \Rightarrow -m \cdot g + f + F_A = m \cdot a_x$$

$$\frac{dv}{dt} - \frac{140}{70} \cdot v^2 - \frac{637}{70} + 9,8 = 0$$
 ت.ع : $\frac{dv}{dt} - \frac{f}{m} - \frac{F_A}{m} + g = 0$

$$\frac{dv}{dt} - 2 \cdot v^2 + 0,7 = 0$$
 : حصل على المعادلة التفاضلية :

3.2-أيجاد السرعة الحدية :

في النظام الدائم تصبح السرعة ثابتة $v = v_l = cte$ وبالتالي يكون التسارع منعدما $\frac{dv}{dt} = 0$

نكتب : $2 \cdot v_l^2 + 0,7 = 0$ و $\frac{dv}{dt} = 0$ ومنه : $v_l^2 = \frac{0,7}{2} = 0,35$ أي : $|v_l| = \sqrt{0,35} = 0,59 \text{ m.s}^{-1}$

قيمة السرعة الحدية هي : $v_l = 0,59 \text{ m.s}^{-1}$

3.3- تحديد القيمتين a_{i+1} و v_{i+2} :

نحدد التسارع a_{i+1} باستعمال المعادلة التفاضلية : $a_{i+1} = 2v_{i+1}^2 - 0,7$

مع : $v_{i+1} = -1,80 \text{ m.s}^{-1}$ نجد : $a_{i+1} = 2 \times (-1,80)^2 - 0,7 \Rightarrow a_{i+1} = 5,78 \text{ m.s}^{-1}$

نحدد v_{i+2} باستعمال طريقة اولير :

$$v_{i+2} = v_{i+1} + a_{i+1} \cdot \Delta t$$

مع Δt خطوة الحساب حيث : $\Delta t = t_{i+2} - t_{i+1} = 1,95 \cdot 10^{-1} - 1,80 \cdot 10^{-1} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

$$v_{i+2} = -1,80 + 5,78 \times 1,5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow v_{i+2} = -1,71 \text{ m.s}^{-1}$$