تصحيح الامتحان الوطني للعلوم الفيزيائية
الدورة العادية 2010

الكيمياء

الجزء الاول : دراسة حلمأة استر في وسط قاعدي

1.1-حرد 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 : $n_i(HCO_2H) = n_i(HO^-) = C_B.V = 10 \times 2.10^{-4} = 2.10^{-3}mol$

المعادلة الكيميائية		$HCO_2H_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \longrightarrow HCO_2^-{}_{(aq)} + CH_3OH_{(aq)}$			
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 :

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

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

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

تعبير المواصلة يكتب :

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

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

ت.ع :

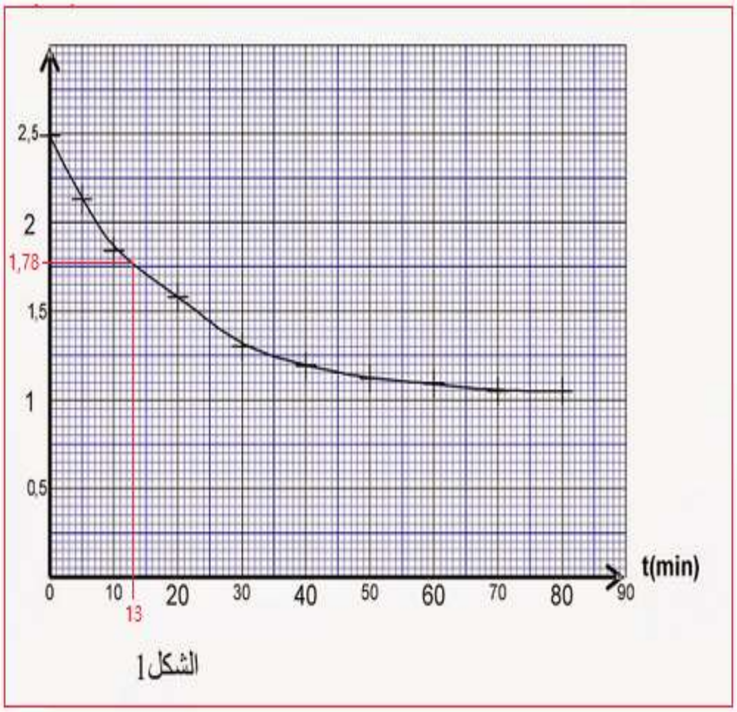
$$G = 0{,}01 \times \left[10 \times (5{,}01.10^{-3} + 19{,}9.10^{3}) + x\left(\frac{5{,}46.10^{3} - 19{,}9.10^{-3}}{2.10^{-4}}\right)\right] = 2{,}49.10^{-3} - 0{,}72x$$

$$\boldsymbol{G \simeq -0,72x + 2,5.10^{-3}}$$

1.4-تعليل تناقص المواصلة أثناء التفاعل :

أثناء التفاعل تختفي الأيونات HO^- وتعوضها الايونات $HCOO^-$ ذات الموصلية المولية الاقل حيث : $\lambda_{HCOO^-} < \lambda_{HO^-}$

وبالتالي تتناقص المواصلة .



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 : $x_{max} = 2.10^{-3}\ mol$

ومنه : $x(t_{1/2}) = \frac{2.10^{-3}}{2} = 10^{-3}\ mol$

$G(t_{1/2}) = -0{,}72.x(t_{1/2}) + 2{,}5.10^{-3}$

ت.ع : $G(t_{1/2}) = -0{,}72 \times 10^{-3} + 2{,}5.10^{-3} = 1{,}78.10^{-3}\ S$

أي : $G = 1{,}78\ mS$

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

الجزء الثاني : دراسة عمود ذي محروق

2.1-تحديد المعاملين a و b :

عند أحد الإلكترودين يحدث تحول ينمذج بالمعادلة الكيميائية التالية :

$$CH_3OH + H_2O \rightleftarrows CO_2 + a.H^+ + be^-$$

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

2.2-الإلكترود 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 :

$$\boldsymbol{O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftarrows 2H_2O}$$

- 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 :

$$CH_3OH + H_2O \rightleftarrows CO_2 + 6H^+ + 6e^-$$

الجدول الوصفي للتحول عند الانود :

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

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

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

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) $\quad n = \frac{I.\Delta t}{6F}$

من جهة أخرى نعلم أن :

$$n = \frac{m(CH_3OH)}{M(CH_3OH)} = \frac{\rho.V}{M(CH_3OH)} \qquad (2)$$

باعتبار العلاقتين (1) و (2) نكتب :

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

ت.ع : $V = \frac{45.10^{-3}\times(3600+30\times60)\times32}{6\times0,79\times96500} = 0,017\ cm^3$

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

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 : $N = A - Z = 222 - 86 \Longrightarrow N = 136$

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

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

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

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

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

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

معادلة التفتت النووي :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + x\,^4_2He + y\,^{0}_{-1}e$$

تطبيق قانونا صودي :

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

عدد التفتتات هو $4\ \alpha$ و $2\ \beta^-$.

2-التحقق من جودة الهواء داخل المسكن

2.1-تحديد m_0 كتلة الرادون الموجود داخل المسكن عند اللحظة t_0 :

لدينا :

$$a_0 = \lambda.N_0$$

مع : $\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \Rightarrow N_0 = m_0.\frac{N_A}{M}$

و $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}}$

نحصل على : $a_0 = \frac{ln2}{t_{1/2}}.m_0.\frac{N_A}{M}$

نستنتج : $m_0 = \frac{a_0.M.t_{1/2}}{N_A.ln2}$

ت.ع : $m_0 = \frac{5.10^3 \times 222 \times 3{,}9 \times 86400}{6{,}02.10^{23} \times ln2}$

$$m_0 = 8{,}96.10^{-13}\ g$$

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

حسب تعريف التناقص الاشعاعي : $a(t) = a_0\,e^{-\lambda.t_0}$

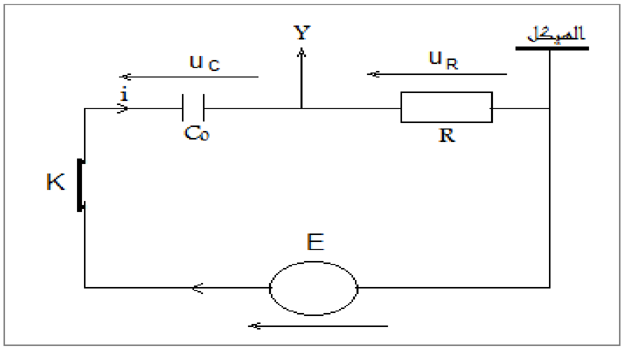
$$\frac{a(t)}{a_0} = e^{-\lambda.t_0} \Rightarrow -\lambda.t_1 = \ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)$$

$$t_1 = \frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{\lambda} \Rightarrow t_1 = \frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{ln2}.t_{1/2}$$

$$t_1 = \frac{\ln\left(\frac{5000}{300}\right)}{ln2} \times 3{,}9j \Longrightarrow \boldsymbol{t_1 = 15{,}83\ j}$$

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 : $u_R = R.i$

مع : $i = \frac{dq}{dt}$ وبالتالي: $u_R = R.\frac{dq}{dt}$

لدينا : $q = C_0.u_C$ أي: $u_C = \frac{q}{C_0}$

المعادلة التفاضلية تكتب :

$R.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_0} = E$ أو $\boldsymbol{R.C_0.\frac{dq}{dt} + q = E.C_0}$

2.1-تحديد تعبير كل من الثابتتين α و A :

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

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

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

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

$R.C_0.\alpha - 1 = 0$ و $A - E.C_0 = 0$ أي: $\boldsymbol{\alpha = \frac{1}{R.C_0}}$ و $\boldsymbol{A = E.C_0}$

وبالتالي حل المعادلة التفاضلية يكتب : $q(t) = E.C_0\left(1 - e^{-t/R.C_0}\right)$

1.5-تعبير شدة التيار المار في الدارة :

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

بالمطابقة مع التعبير : $\boldsymbol{i(t) = \frac{E}{R}.e^{-t/\tau}}$ نستنتج تعبير τ حيث : $\boldsymbol{\tau = R.C_0}$

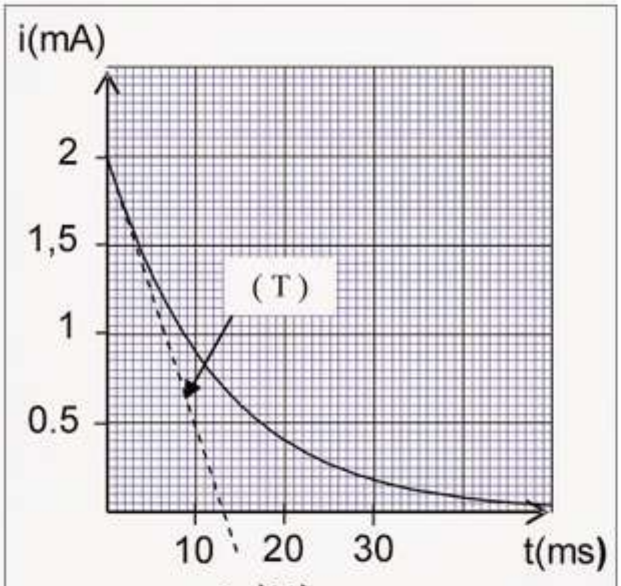
1.6-إثبات بعد الزمن للثابتة τ :

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

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

نستنتج أن ل τ بعد زمني .

1.7-تحديد المقاومة R و السعة C_0 :



الشكل 2

حسب مبيان الشكل 2 نجد :

عند $t = 0$ شدة التيار $i(0) = 2\,mA$

$\tau = 13\,ms$

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

ت.ع : $R = \frac{9}{2.10^{-3}} = 4500\,\Omega$ أو $R = 4{,}5\,k\Omega$

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

ت.ع : $C_0 = \frac{13.10^{-3}}{4500} = 2{,}89.10^{-6}F$ أو $C_0 = 1{,}89\,\mu F$

الجزء الثاني : إنجاز راديو بسيط $\boldsymbol{AM}$

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

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

2.2-االتحقق من كون المركبة X تمكن من التقاط المحطة الاذاعية ذات التردد $f = 540\,kH$:

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 : $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_1}}$

ت.ع : $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{5{,}3.10^{-3}\times 13{,}1.10^{-12}}} = 6{,}04.0^5\,Hz$

تحديد التردد f_2 الذي يوافق دارة الانتقاء حيث : $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_2}}$

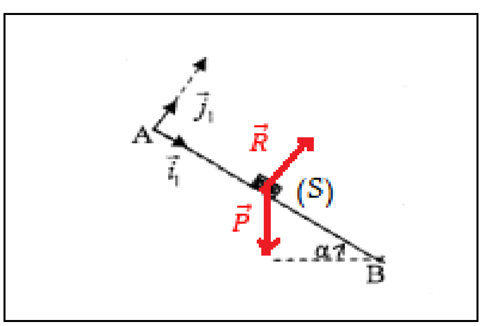
ت.ع : $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{5{,}3.10^{-3}\times 52{,}4.10^{-12}}} = 3{,}02.0^5\,Hz$

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

الميكانيك

1-دراسة الحركة على السكة $\boldsymbol{AB}$

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



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

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

$\vec{P}$: وزنها

$\vec{R}$: تأثير السطح المائل

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

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

الاسقاط على المحور Ax_1 :

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

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

بما أن الحركة لا تتم على المحور Ay_1 ، فإن :

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

<u>1.2-تحديد v_B سرعة G عند النقطة B :</u>

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

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

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

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

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

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

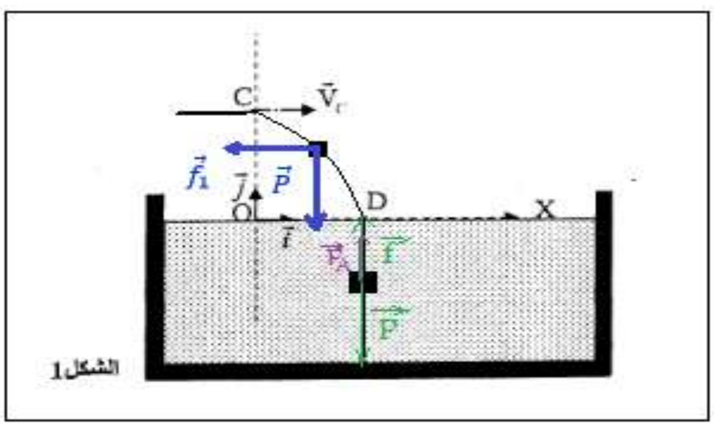
$$v_B = \sqrt{2 \times 2{,}4 \times 9{,}8 \times \sin(45°)} \Longrightarrow v_B = 4\ m.s^{-1}$$

<u>1.3-تحديد R شدة القوة التي يطبقها السطح على (S) :</u>

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

أي: $R = m.g.cos\alpha$

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



2-دراسة حركة G في الهواء

<u>2.1-إيجاد تعبير v_x بدلالة m و v_C و f_1 و t :</u>

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

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

$\vec{P}$: وزنها حيث : $\vec{P} = -m.g\,\vec{\jmath}$

$\vec{f_1}$: تأثير الرياح الاصطناعية حيث : $\vec{f_1} = -f_1\,\vec{\imath}$

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

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{f_1} = m.\vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور Ax_1 :

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

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

بالتكامل نجد : $v_x = -\frac{f_1}{m}.t + v_{x0}$ حسب الشروط البدئية : $v_x(0) = v_C$ ومنه : $\boldsymbol{v_x = -\frac{f_1}{m}.t + v_C}$

2.2-أ-حساب f_1 :

عند النقطة D يكون : $v_x(t_D) = 0$ معادلة السرعة تكتب : $v_x(t_D) = -\frac{f_1}{m}.t_D + v_C = 0$ وبالتالي : $\frac{f_1}{m}.t_D = v_C$

أي: $f_1 = \frac{m.v_C}{t_D}$ ت.ع : $f_1 = \frac{70\times4{,}67}{0{,}86} \Longrightarrow f_1 = 380{,}1\ N$

ب- تحديد الارتفاع h للنقطة C عند سطح الماء :

الاسقاط على المحور Ay_1 :

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

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

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

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

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

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

3-دراسة الحركة الرأسية ل G في الماء

3.1-التحقق من المعادلة التفاضلية :

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

جرد القوى المطبقة على المجموعة :

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

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

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

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

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

الاسقاط على المحور Oy :

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

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

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

3.2-أيجاد السرعة الحدية :

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

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

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

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

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

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

نحدد v_{i+2} باستعمال طريقة اولير :

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

مع Δt خطوة الحساب حيث : $\Delta t = t_{i+2} - t_{i+1} = 1{,}95.10^{-1} - 1{,}80.10^{-1} = 1{,}5.10^{-2}\ s$

$v_{i+2} = -1{,}80 + 5{,}78 \times 1{,}5.10^{-2} \Longrightarrow \boldsymbol{v_{i+2} = -1,71\ m.s^{-1}}$