مادة : الفيزياء والكيمياء

شعبة العلوم الرياضية

الكيمياء : الجزء الأول والثاني مستقلين

الجزء الأول : من التحول الكيميائي غير الكلي إلى التحول الكلي :

1 ــــ التتبع الزمني لتحول كيميائي :

1 − 1 ــــ تعريف زمن نصف التفاعل : هو المدة الزمنية $t_{1/2}$ اللازمة لبلوغ قيمة التقدم نصف قيمته النهائية x_f .

حسب المبيان : $x_f = 0,08mol$ ، **عند** $t_{1/2}$ **لدينا** $x(t_{1/2}) = \dfrac{x_f}{2} = 0,04mol$ **و حسب المبيان فإن** $t_{1/2} = 15min$

1 − 2 ــــ حساب قيمة السرعة الحجمية $v(0)$:

نعلم أن تعبير السرعة الحجمية للتفاعل هو : $v(t) = \dfrac{1}{V}.\dfrac{dx}{dt}$ **بحيث أن** x **تقدم التفاعل و** V **الحجم الكلي للخليط التفاعلي** $V = V_A + V_B$

لدينا $V_A = 11ml$ **و** V_B **يجب تحديدها .**

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{n(B).M(B)}{V_B}$$

$$V_B = \frac{n(B).M(B)}{\rho_B} = 13ml$$

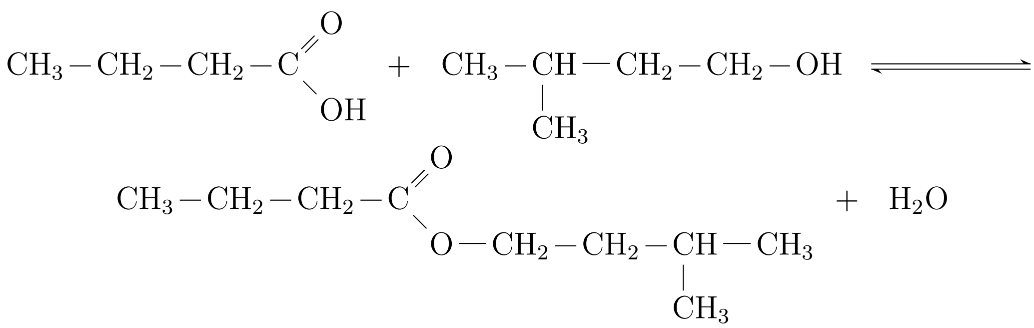
$$V = 13ml + 11ml = 24ml$$

وبالتالي فإن الرعة الحجمية عند اللحظة $t = 0$ **هي :**

$$v(0) = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{t=0} = \frac{1}{24.10^{-3}}.\frac{(0.08-0)}{(25-0)} = 1,33.10^{-1}mol/l.min$$

2 ــــ مردود التفاعل

2 − 1 ــــ معادلة تصنيع المركب E



اسم المركب E **: بوثانوات 3 ــــ مثيل البوثيل**

2 − 2 ــــ حساب كمية المادة البدئية للحمض (A) :

$$\rho(A) = \frac{n(A).M(A)}{V(A)}$$

$$n(A) = \frac{V(A).\rho(A)}{M(A)}$$

$$n(A) = 0,12mol$$

3 − 2 حساب قيمة ثابتة التوازن K :

المعادلة الكيميائية	A	B	$\leftrightarrows$	E	H_2O
$t_i = 0$	n_A	n_B		0	0
t_f	$n_A - x_f$	$n_B - x_f$		x_f	x_f

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

$$K = \frac{[E]_f.[H_2O]_f}{[A]_f.[B]_f}$$

$$K = \left(\frac{\frac{x_f}{V}}{\frac{n_A - x_f}{V}}\right)^2 = \left(\frac{x_f}{n_A - x_f}\right)^2$$

حسب المبيان لدينا : $x_f = 0,08mol$

$$K = \left(\frac{0,08}{0,12 - 0,08}\right)^2 = 4$$

4 − 2 ــ أ ــ حساب التقدم النهائي للتفاعل الحاصل عندما نغير كمية المادة البدئية لأحد المتفاعلات :
ثابتة التوازن تبقى ثابتة خلال التحول الجديد لكن الحالة النهائية للتحول تتغير وبالتالي :

$$K = \frac{\frac{(x'_f)^2}{V^2}}{\frac{(n_A - x'_f)(n_B - x'_f)}{V^2}}$$

$$K = \frac{(x'_f)^2}{(n_A - x'_f)(n_B - x'_f)}$$

بتطبيق عددي نحصل على معادلة من الدرجة الثانية :

$$3(x'_f)^2 - 1,44x'_f + 0,1152 = 0$$

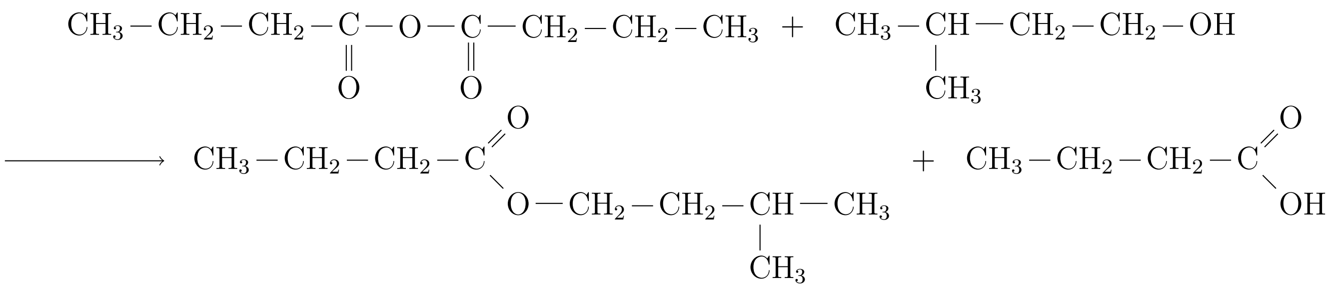
$$x'_{f1} = 0,38mol, \quad x'_{f2} = 0,1mol$$

الحل المقبول من خلال كمية المادة البدئية للمتفاعلات هو $x'_f = 0,1mol$
ب ــ مردود التفاعل :

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{th}} = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$r = 0,83$$

3 ــ التحكم في تطور المجموعة الكيميائية
1 − 3 ــ معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة :



2 – 3 ـــ حساب الكتلة $m(E)$

حساب كمية المادة البدئية لكل من أندريد البوثانويك و الكحول B :

بالنسبة للكحول B **، لدينا :**

$$n(B)=\frac{V_B.\rho_B}{M(B)}=0,12mol$$

بالنسبة لأندريد البوثانويك لدينا :

$$n(AN)=\frac{V_{AN}.\rho_{AN}}{M(AN)}=0,086mol$$

وبما أن التفاعل كلي فإن المتفاعل المحد هو أندريد البوثانويك : $x_{max}=0,086mol$
وبالتالي فإن الكتلة $m(E)=M(E).n(E)$ **بحيث أن** $n(E)=x_{max}=0,086mol$ **ومنه فإن** $m(E)=158.0,086=13,6g$

الجزء الثاني : من التحولات التلقائية إلى التحولات القسرية

1 ـــ التحول التلقائي :

1 – 1 ـــ تعيين الإلكترود الذي يلعب دور الكاتود :

نعلم أن الكاتود يحدث بجواره اختزال وهو القطب الموجب للعمود وحسب التبيانة الاصطلاحية فإن القطب الموجب هة إلكترود النحاس .

2 – 1 ـــ حساب كمية الكهرباء Q **الممررة في الدارة عندما يصبح تركيز أيونات النحاس** II **في الكأس 1 هو** $[Cu^{2+}]=2,5.10^{-3}mol$:

نعلم أن كمية الكهرباء الممررة في الدارة هي : $Q=n(e^-).\mathscr{F}$ **بحيث أن كمية مادة الإلكترونات المتبادلة عند** t **هي** $n(e)=2x$

من جهة أخرى لدينا :

$$[Cu^{2+}]_t=[Cu^{2+}]_i.V-x$$

$$x=V\left([Cu^{2+}]_i-[Cu^{2+}]_t\right)$$

وبما أن $Q=2x.\mathscr{F}$ **فإن :**

$$Q=2.V\left([Cu^{2+}]_i-[Cu^{2+}]_t\right).\mathscr{F}$$

$$Q=217,13C$$

2 ـــ التحول القسري .

2 – 1 ـــ تعيين الإلكترود الذي يلعب دور الكاتود :

في هذه الحالة يصبح العمود مستقبل أي أن الإلكترود الذي يلعب دور الكاتود هة الذي سيحدث بجواره اختزال أي الإلكترود الذي سيكتسب الإلكترونات وحسب التبيانة (عند وضع قاطع التيار في الموضع 2) هو صفيحة الزنك .

2 – 2 ـــ المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي سيحصل : أنصاف المعادلتين اللتين تحدثان بجوار كل من الأنود (صفيحة النحاس)والكاتود (صفيحة الزنك)

$$Cu(s)\rightleftharpoons Cu^{2+}(aq)+2e^-$$

$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \leftrightharpoons Zn(s)$$

إذن المعادلة الحصيلة هي :

$$Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \leftrightharpoons Cu^{2+}(aq) + Zn(s)$$

3 − 2 ــــ حساب المدة الزمنية Δt :
عند اللحظة $t = 0$ لدينا $[Zn^{2+}]_0 = [Zn^{2+}]_i + x$ بحيث أن x التقدم النهائي عند وضع قاطع التيار في الموضع 2
$x = V\left([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]\right) = 1,125.10^{-3}mol$ **أي أنه عند اللحظة t تكون كمية مادة أيونات Zn^{2+} المتبقية هي :**

$$[Zn^{2+}]_t.V = [Zn^{2+}]_0.V - x'$$

بحيث أن x' هو تقدم التفاعل عند عندما يصبح تركيز أيونات Zn^{2+} هو $5.10^{-3}mol/l$ إذن :

$$x' = [Zn^{2+}]_0.V - [Zn^{2+}]_t.V = 1,875.10^{-3}mol$$

من جهة أخرى فإن :

$$I.\Delta t = n(e).\mathscr{F}$$

ولدينا

$$n(e) = 2x'$$

أي أن :

$$I.\Delta t = 2x'.\mathscr{F}$$

$$\Delta t = \frac{2.x'}{I}\mathscr{F}$$

$$\Delta t = 24,125.10^3 s = 6h42min5s$$

الفيزيـــــــــــــــــــــــاء

التمرين 1 : من تبدد الضوء إلى الحيود
1 ــــ تبدد الضوء
1 − 1 ــــ تعبير طول الموجة λ_R في الزجاج
بما أن التردد لا يتعلق بوسط الانتشار فإن تردد الإشعاع الأحمر في الزجاج هو نفسه في الهواء :

$$N = \frac{c}{\lambda_{0R}} = \frac{v}{\lambda_R}$$

$$\frac{c}{v} = \frac{\lambda_{0R}}{\lambda_R}$$

$$n_R = \frac{\lambda_{0R}}{\lambda_R}$$

$$\lambda_R = \frac{\lambda_{0R}}{n_R}$$

1 − 2 ــــ حساب القيمتين A و B
لدينا بالنسبة للإشعاع الأحمر : $n_R = A + \dfrac{B}{\lambda_{0R}}$

بالنسبة للإشعاع البنفسجي لدينا : $n_v = A + \dfrac{B}{\lambda_{0v}}$

أي أن :

$$n_v - n_R = B\left(\frac{1}{\lambda_{0v}^2} - \frac{1}{\lambda_{0R}^2}\right)$$

$$B = \frac{n_v - n_R}{\dfrac{1}{\lambda_{0v}^2} - \dfrac{1}{\lambda_{0R}^2}}$$

$$B = 2,77.10^{-15} m^2$$

و

$A = n_R - \dfrac{B}{\lambda_{0R}^2} = 1,50$

2 ـــ حيود الضوء

$1 - 2$ ـــ تعبير d بدلالة λ و D و a

لدينا : $tan\theta = \dfrac{d}{2D}$ **وبما أن θ صغيرة جدا فإن** $tan\theta \simeq \theta$

$$\frac{\lambda}{a} = \frac{d}{2D}$$

$$d = \frac{2D.\lambda}{a}$$

$2 - 2$ ـــ تحديد قيمة λ

باستغلال مبيان الشكل 3 لدينا :

$$d = K\frac{1}{a}$$

K **المعامل الموجه للمستقيم**

$$K = \frac{6.10^{-3} - 0}{3.10^{3} - 0} = 2.10^{-6} SI$$

وحسب العلاقة :

$$d = \frac{2D.\lambda}{a}$$

$$\lambda = \frac{K}{2D} = 0,667.10^{-6} m$$

التمرين 2

1 ـــ شحن مكثف بواسطة لوحة شمسية وتفريغه

$1 - 1$ ـــ لنقرن كل جزء من المبيان المحصل عليه بموضع قاطع لبتيار K الموافق له :

(a) **ـــ يمثل شحن المكثف** $u_c = K.t$ **يوافق الموضع** (2)

(b) **ـــ يمثل النظام الدائم عند شحن المكثف** $u_c = U_{max}$ **يوافق الموضع** (0) **أو الموضع** (2)

(c) **ـــ تفريغ المكثف في الموصل ألأومي يوافق الموضع** (1)

تحديد قيمة I_0 عند شحن المكثف :

لدينا خلال المدة الزمنية Δt ان $I_0 = \dfrac{\Delta Q}{\Delta t}$ **بحيث أن** $\Delta Q = C.\Delta u_C$ **وبالتالي فإن :**

$$I_0 = \frac{C.\Delta u_C}{\Delta t}$$

$$I_0 = \frac{0,1.(2,25 - 0}{1,5 - 0} = 0,15A$$

$2-1$ ـــ المعادلة التفاضلية اتي تحققها الشحنة $q(t)$
أ ـــ أثناء الشحن :

$$I_0 = \frac{dq}{dt}$$

ب ـــ أثناء التفريغ :
حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C + Ri = 0$$

$$R.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

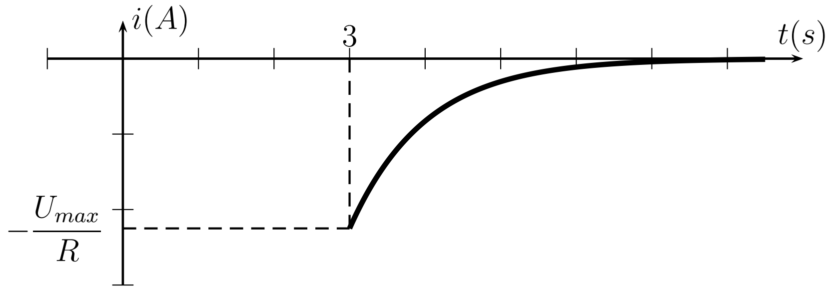
$$\boxed{\frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC}q = 0}$$

$3-1$ ـــ استنتاج تعبير شدة التيار $i(t)$:
لدينا $u_c(t) = U_{max}e^{-(t-3)/\tau}$ وبما أن $i(t) = C.\frac{du_c}{dt}$ فإن :

$$i(t) = -\frac{-CU_{max}}{\tau}e^{-(t-3)/\tau}$$

$$\boxed{i(t) = \frac{-U_{max}}{R}e^{-(t-3)/\tau}}$$

وبالتالي فإن شكل المنحنى المحصل عليه هو :



2 ـــ شحن مكثف بواسطة رتبة توتر صاعدة
$1-2$ ـــ إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c أثناء شحن المكثف :
حسب قانون إضافية التوترات لدينا :

$$U_0 = R_0 i + u_c$$

$$U_0 = R_0 C\frac{du_c}{dt} + u_c$$

$$\boxed{\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{R_0C}u_c = \frac{U_0}{R_0C}}$$

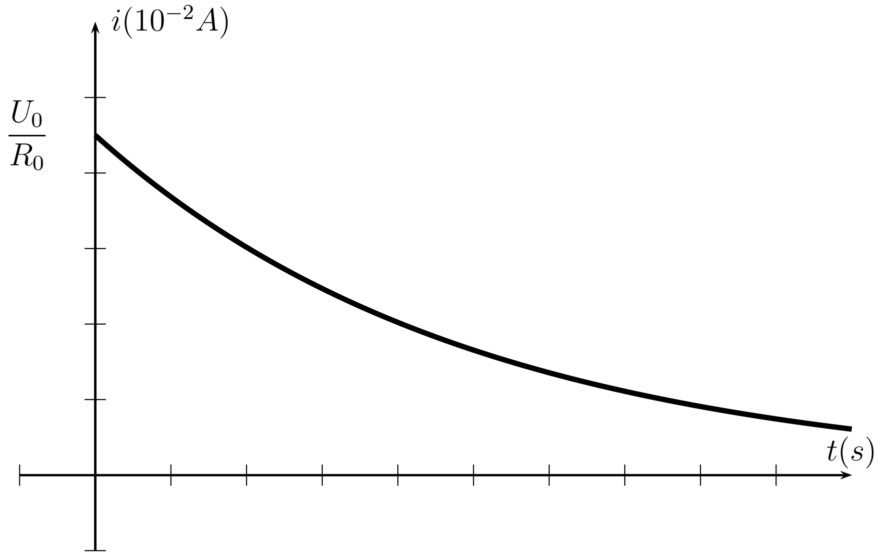
$2-2$ ـــ تحديد قيمة كل من الثابتتين A و B باعتبار أن $u_c = Ae^{-t/\tau} + B$
اعتمادا على منحنى الشكل 4 لدينا :
ـــ عند $t = 0$ لدينا $u_c = 0$ أي أن $A + B = 0$ ومنه فإن $A = -B$
ـــ في النظام الدائم لدينا $u_c(\infty) = 2,25V$ وحسب المعادلة فإن $u_c(\infty) = B$ أي أن $B = 2,25V$ و $A = -2,25V$

3 – 2 ــــ تعبير شدة التيار $i(t)$

$$i(t) = C.\frac{u_C}{dt} = \frac{CU_0}{\tau}.e^{(-t/\tau)}$$

$$\boxed{i(t) = \frac{U_0}{R_0}.e^{-t/\tau}}$$

$$i(t) = 4,5.10^{-2}e^{-t/5}$$



4 – 2 ــــ حساب قيمة المقاومة R_0 لكي يشحن أحمد مكثفه كليا خلال نفس المدة التي استغرقها الشحن الكلي لمكثف مريم :
المدة الزمنية اللازمةلكي يشحن مكثف مريم كليا هي : $1,5s$ ولكي يشحن أحمد مكثفه كليا خلال نفس هذه المدة الزمنية :

$$5\tau' = 1,5 \Leftrightarrow 5R_0C = 1,5$$

$$R_0 = \frac{1,5}{5.0,1} = 3\Omega$$

3 ــــ الذبذبات في دارة RLC
3 – 1 ــــ أ ــــ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_c بين مربطي المكثف :
حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C + u_L = 0$$

$$u_c + L\frac{di}{dt} = 0$$

$$\boxed{u_C + LC\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0}$$

ب ــــ تعبير T_0 :
بما أن $u_c = U_0 cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$ حلا للمعادلة التفاضلية بشرط أن تكون

$$\frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{1}{LC}$$

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$$

لنحدد قيمة معامل التحريض L
حسب مبيان الشكل 6 لدينا $T_0 = 1s$ وبالتالي فإن

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2.C}$$

$$\boxed{L = 0,25H}$$

ج ـــ حساب الشدة القصوى I_{max}
حسب انحفاظ الطاقة الكلية في الدارة فإن

$$\frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_{max}^2$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}}U_0$$

$$\boxed{I_{max} = 1,42A}$$

3 − 2 ـــ تعبير $\frac{dE_T}{dt}$
لدينا حسب تعريف الطاقة الكلية للدارة :

$$E_T = E_C + E_L$$

$$E_T = \frac{1}{2}Cu_c^2 + \frac{1}{2}Li(t)^2$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c\frac{du_C}{dt} + Li\frac{di}{dt}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = Cu_c\frac{du_c}{dt} + LC\frac{d^2u_c}{dt^2}$$

من خلال المعادلة التفاضلية لدينا :

$$LC\frac{d^2u_c}{dt^2} + R_2C\frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

$$LC\frac{d^2u_c}{dt^2} + u_c = -R_2C\frac{du_c}{dt}$$

أي أن

$$\frac{dE_T}{dt} = -R_2\left(C.\frac{du_c}{dt}\right)^2$$

$$\boxed{\frac{dE_T}{dt} = -R_2.i^2}$$

التمرين 3
الجزء الأول : من السقوط الحر إلى السقوط بالاحتكاك
1 ـــ دراسة حركة الكرية (a) في الهواء
1 − 1 ـــ المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور الكرية :
نطبق القانون الثاني لنيوتن على الكرية في مرجع مرتبط بسطح الأرض والذي نعتبره غاليليا

، حسب هذاالقانون: $\sum \vec{F} = m.\vec{a_G}$
تخضع الكرة إلى وزنها فقط أي أن

$$\vec{P} = m.\vec{a_G}$$

$$\vec{a_g} = \vec{g}$$

الإسقاط على المحور Oy الموجه نحو الأسفل نحصل على :

$$a_y = g$$

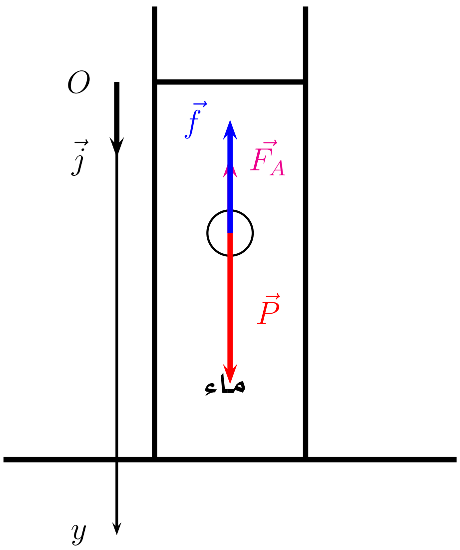
$$\boxed{\frac{dv_y}{dt} = g}$$

$2-1$ ـــ حساب قيمة الارتفاع h
حسب السؤال السابق أن : $v_y = gt + v_{0y}$ وحسب الشروط البدئية لدينا $v_{0y} = 0$ أي أن $v_y = gt$
ومنه فإن $y = \frac{1}{2}gt^2 + y_0$ بحيث أن $y_0 = 0$ ومنه فإن $y = \frac{1}{2}gt^2$ عند وصول الكرة إلى سطح الأرض
تكون قد قطعت المسافة h خلال المدة الزمنية $t_a = 0,41s$ أي أن :

$$\boxed{h = \frac{1}{2}gt_a^2 = 0,82m}$$

2 ـــ دراسة حركة الكرية (b) في الماء :
$2-1$ ـــ المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v خلال السقوط :
نطبق القانون الثاني لنيوتن في مرجع مرتبط بسطح الأرض والذي نعتبره غاليليا .
تخضع الكرة b خلال سقوطها في الماء إلى القوى التالية :
$\vec{P}$ وزن الكرة ، و $\vec{F_A}$ دافعة أرخميدس و $\vec{f}$ قوة الاحتكاك المائع
حسب القانون الثاني لنيوتن فإن :

$$\vec{P} + \vec{F_A} + \vec{f} = \vec{0}$$



الإسقاط على Oy نحصل على :

$$mg - \rho.g.V - K.v^2 = ma_y$$

$$\frac{dv}{dt} = g\left(1 - \frac{\rho}{m.V}\right) - \frac{K}{m}.v^2$$

$$\boxed{\frac{dv}{dt}+\frac{K}{m}.v^2=g\left(1-\frac{\rho}{m.V}\right)}$$

2 – 2 ـــ تحديد قيمة الثابتة K

في النظام الدائم لدينا : $\frac{dv}{dt}=0$ أي أن $v=v_l$

$$\frac{K}{m}.v_l^2=g\left(1-\frac{\rho}{m.V}\right)$$

$$K=\frac{(mg-\rho.g.V}{v_l^2}$$

وحسب المبيان لدينا : $v_l=0,85m$

$$\boxed{K=4,65.10^{-2}kg/m}$$

3 – 2 ـــ حساب القيمة النظرية a_{th} عند اللحظة $t=0$

عند اللحظة $t=0$ لدينا $\frac{dv}{dt}_{t=0}=a_{th}$ بحيث أن $v=0$ أي أن

$$a_{th}=g\left(1-\frac{\rho.V}{m}\right)=5,60m/s^2$$

من جهة أخرى فإن القيمة التجريبية للتسارع عند اللحظة $t=0$ هي من خلال المبيان :

$$a_{exp}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_{exp}=\frac{v_l}{\tau}=\frac{0,85}{0,15}=5,66m/s^2$$

مما يبين أن القيمة التجريبية للتسارع جد قريبة من القيمة النظرية للتسارع أي أن :

$$a_{th}\simeq a_{exp}$$

3 ـــ الفرق بين مدتي السقوط

1 – 3 ـــ التعبير عن المدة الزمنية Δt الفاصلة بين لحظتي وصول الكريتين إلى سطح الأرض في التجربة الثانية :

بالنسبة للكرة a تصل إلى سطح الأرض بعد قطعها المسافة $2h$ خلال مدة زمنية $t'_a=t_a\sqrt{2}$

المدة الزمنية والمسافة للنظام الانتقالي للكرتين في التجربة الأولى أو الثانية هي نفسها فهي لا تتعلق بالارتفاع .

في التجربة الأولي ، المسافة المقطوعة خلال النظام الدائم هي $d_1=0,5.v_l$ بحيث أن $0,5s$ هي مدة النظام الدائم في الحالة الأولى أي أن المسافة المقطوعة في النظام الانتقالي هي $h-0,5.v_l$وبما أن المسافة المقطوعة من طرف الكرة a في النظام الانتقالي في التجربة الأولى هي نفس المسافة المقطوعة من طرف الكرة b في التجربة الثانية ،إذن المسافة المقطوعة من طرف الكرة b في التجربة الثانية في النظام الدائم هي :

$$d_2=2h-(h-0,5.v_l)=h+0,5.v_l$$

إدن المدة الزمنية المستغرقة من طرف الكرة b هي :

$$t'_b=0,6+\frac{h+0,5.v_l}{v_l}$$

$$t'_b = t_b + \frac{h}{v_l}$$

علما أن $t_b = 0,5 + 0,6$ **ومنه فإن المدة** Δt **الفاصلة بين لحظتي وصول الكرتين هي :**

$$\boxed{\Delta t = t_b + \frac{h}{v_l} - t_a\sqrt{2}}$$

$$\Delta t = 1,48s$$

الجزء الثاني : من المدار الدائري المنخفض إلى المدار الدائري المرتفع

1 **ــــ تحديد بعد الثابتة** G

لدينا تعبير شدة قوة التجاذب الكوني :

$$F = G.\frac{m_1.m_2}{d^2}$$

$$G = \frac{F.d^2}{m_1.m_2}$$

$$[G] = \frac{[N].[L]^2}{[M]^2}$$

نعلم أن بعد النيوتن هو : $[N] = [M].[L]/[T]^2$

أي أن :

$$\boxed{[G] = \frac{[L]^3}{[M].[T^2]}}$$

2 **ــــ تعبير** T_1

حسب القانون الثالث لكيبلر لدينا : $\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{4\pi^2}{M_T}$ **و** $\frac{T_2^2}{r_2^3} = \frac{4\pi^2}{M_T}$

أي أن :

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} =$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3}}$$

$$\boxed{T_1 = T_2\sqrt{\frac{r_1^3}{r_{\frac{3}{2}}}}}$$

حساب قيمة T_1 **بالساعة :**

$$T_1 = 1,52h$$

3 **ــــ تعبير متجهة التسارع** $\vec{a_S}$ **للقمر** S

حسب القانةن الثاني لنيوتن لدينا :

$$\vec{F_{T/S}} = -G\frac{m_S.M_T}{OE^2}\vec{u} = m_S.\vec{a_S}$$

$$\boxed{\vec{a_s} = -G\frac{M_T}{OE^2}\vec{u}}$$

حساب قيمة a_S عند النقطة E
لدينا حسب الشكل أن $2a = r_1 + r_2$ أي أن

$$a = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

من جهة أخرى ، في النقطة E لدينا :

$$OE + O'E = 2a$$

وبما أن $OE = O'E$ فإن $2a = 2OE$ أي أن $OE = a = \dfrac{r_1 + r_2}{2}$

$$\boxed{a_s = G\frac{M_T}{OE^2} = 0,67m/s^2}$$

إنتـــــــــــــــــــــهى التـــــــــــــــــــصحيح
ذ . علال محداد