تمرين الكيمياء

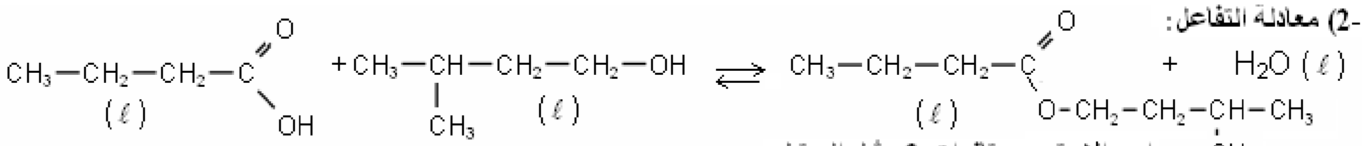
1-1(1) زمن نصف التفاعل هي المدة الزمنية اللازمة لوصول تقدم التفاعل إلى نصف قيمته النهائية . $x(t_{1/2})=\frac{x_f}{2}$ مبيانيا نجد $t_{1/2}=15ms$.

1-2) حجم الكحول المستعمل $V_B=\frac{m_{(B)}}{\rho_{(B)}}=\frac{n_{(B)}.M_{(B)}}{\rho_{(B)}}=\frac{0,12\times 88}{0,810}=13mL$ ومنه حجم الخليط : $V=V_A+V_B=11+13=24mL$

السرعة الحجمية عند اللحظة $t=0$ تعطيها العلاقة التالية : $\boxed{v=\frac{1}{V}\times\frac{dx}{dt}}$ مبيانيا نجد :

$v=\frac{1}{V}\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{1}{24}\times\frac{(0,08-0)}{(25-0)}=1,3\times 10^{-4}\,mol.mL^{-1}.mn^{-1}$ أو : $v=\frac{1}{V}\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{1}{24.10^{-3}}\times\frac{(0,08-0)}{(25-0)\times 60}=2,2\times 10^{-3}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$

2-1 (2 معادلة التفاعل :



اسم الاستر : بوتانوات 3-مثيل البوتيل

2-2) كمية مادة الحمض البدئية : $n_{o(A)}=\frac{m(A)}{M(A)}=\frac{\rho(A)V(A)}{M(A)}=\frac{0,956\times 11}{88}\approx 0,12mol$

2-3) جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		A	B	E	H_2O
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	0,12	0,12	0	0
حالة التحول	x	0.12 – x	0.12 – x	x	x
الحالة النهائية	$x_{éq}$	$0,12-x_{éq}$	$0,12-x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

$$K=Q_{r,éq}=\frac{[E]_{éq}.[eau]_{éq}}{[A]_{éq}.[B]_{éq}}=\frac{\frac{x_{éq}}{V}.\frac{x_{éq}}{V}}{\frac{n_A-x_{éq}}{V}.\frac{n_B-x_{éq}}{V}}=\frac{x_{éq}^2}{(0,12-x_{éq})^2}$$

مبيانيا نجد $x_{éq}=0,08mol$ $\Leftarrow$ $\boxed{K=4}$

2-4)أ) جدول تقدم التفاعل : الحالة النهائية

معادلة التفاعل		A	B	E	H_2O
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	0,12	0,24	0	0
حالة التحول	x	0.12 – x	0,24 – x	x	x
الحالة النهائية	x_f	$0,12-x_f$	$0,24-x_f$	x_f	x_f

$x_{max}=0,12mol$

$$K=\frac{[E]_f.[eau]_f}{[A]_f.[B]_f}=\frac{\frac{x_f}{V}.\frac{x_f}{V}}{\frac{n_A-x_f}{V}.\frac{n_B-x_f}{V}}=\frac{x_f^2}{(0,12-x_f).(0,24-x_f)}=4$$

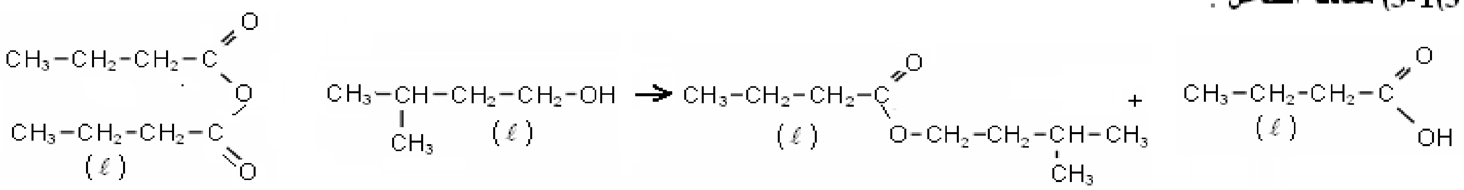
ثابتة التوازن التي لا تتعلق سوى بدرجة الحرارة ستحتفظ بنفس القيمة السابقة.

ومنه نجد : $3x_f^2-1,44.x_f+0,1152=0$

$\Delta=0,6912$ هناك حلين : $x_1=0,38mol>x_{max}$ لا يمكن $x_2=0,1mol$ إذن : $x_f=0,1mol$

ب) مردود التفاعل : $r=\frac{x_{exp}}{x_{max}}=\frac{0,1}{0,12}=0,83=83\%$

3-1(3 معادلة التفاعل :



معادلة التفاعل		AN	B	E	A
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	0,085	0,24	0	0
حالة التحول	x	0,085 – x	0,24 – x	x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$0,085-x_{max}$	$0,24-x_{max}$	x_{max}	x_{max}

$x_{max}=0,085mol$

3-2) التفاعل كلي $\Leftarrow$ كمية مادة الاستر الناتج : $n(E)=x_{max}$ ومنه : $m(E)=x_{max}.M_{(E)}=0,085\times 158=13,4g$

الصيغة الإجمالية للاستر : E هي : $C_9H_{18}O_2$ $\Leftarrow$ كتلته المولية : $M=158g/mol$.

الجزء الثاني :

1)1-1) إلكترود النحاس هي التي تلعب دور الكاثود .

1-2) بجوار الآنود يحدث تفاعل الأكسدة التالي : $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

وبجوار الكاثود يحدث تفاعل الاختزال التالي : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ حصيلة التفاعل : $\underset{(s)}{Zn} + \underset{(aq)}{Cu^{2+}} \rightarrow \underset{(aq)}{Zn^{2+}} + \underset{(s)}{Cu}$

جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		Zn	$+ \; Cu^{2+}$	$\longrightarrow \; Zn^{2+}$	$+ \; Cu$
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	$n_i(Zn)$	$[Cu^{2+}]_i \times V$	$[Zn^{2+}]_i \times V$	$n_i(Cu)$
حالة التحول	x	$n_i(Zn)-x$	$[Cu^{2+}]_i \times V - x$	$[Zn^{2+}]_i \times V + x$	$n_i(Cu)+x$

من خلال نصف المعادلة : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ يتضح أن كمية مادة Cu^{2+} المتفاعلة : $n(Cu^{2+}) = \dfrac{n(e^-)}{2}$

ومن خلال جدول تقدم التفاعل كمية مادة Cu^{2+} المتفاعلة : $n(Cu^{2+}) = x$ إذن : $x = \dfrac{n(e^-)}{2}$

ونعلم أن : $n(e^-) = \dfrac{Q}{F}$ إذن : $x = \dfrac{Q}{2.F}$ كذلك من خلال جدول تقدم التفاعل :

$[Cu^{2+}] = \dfrac{[Cu^{2+}]_i \times V - x}{V} = [Cu^{2+}]_i - \dfrac{x}{V}$ أي : $[Cu^{2+}] = [Cu^{2+}]_i - \dfrac{Q}{2.F.V}$ $\Leftarrow$ $\Delta[Cu^{2+}] = -\dfrac{Q}{2.F.V}$

كمية الكهرباء الممررة في الدارة عندما يصبح تركيز الايونات Cu^{2+} في الكأس : $[Cu^{2+}] = 2{,}5.10^{-3} mol/L$ هي :

$$Q = I.\Delta t = -\Delta[Cu^{2+}] \times 2.F.V = (10^{-2} - 2{,}5\times10^{-3}) \times 2 \times 96500 \times 150 \times 10^{-3} = 217C$$

---

2) 1-2) إلكترود الزنك هي التي تلعب دور الكاثود .

2-2) بجوار ألانود يحدث تفاعل الأكسدة التالي : $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

وبجوار الكاثود يحدث تفاعل الاختزال التالي : $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$

حصيلة التفاعل الذي يحدث : $\underset{(aq)}{Zn^{2+}} + \underset{(s)}{Cu} \rightarrow \underset{(s)}{Zn} + \underset{(aq)}{Cu^{2+}}$

2-3) لنحدد تركيز أيونات الزنك في اللحظة **t=0** أي عند وضع قاطع التيار قي الموضع 2.

$$[Zn^{2+}]_o = [Zn^{2+}]_i + \frac{I.\Delta t}{2.F.V} = 10^{-2} + \frac{217}{2\times96500\times0{,}15} = 17{,}5.10^{-3} mol/L$$

معادلة التفاعل		Zn^{2+}	$+ \; Cu$	$\longrightarrow \; Zn$	$+ \; Cu^{2+}$
الحالة	التقدم	كميات المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	$[Zn^{2+}]_o \times V$	$n_o(Cu)$	$n_o(Zn)$	$[Cu^{2+}]_o \times V$
حالة التحول	x	$[Zn^{2+}]_o \times V - x$	$n_o(Cu) - x$	$n_o(Zn) + x$	$[Cu^{2+}]_o \times V + x$

من خلال نصف المعادلة : $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ يتضح أن كمية مادة Zn^{2+} المتفاعلة : $n(Zn^{2+}) = \dfrac{n(e^-)}{2}$

ومن خلال جدول تقدم التفاعل كمية مادة Zn^{2+} المتفاعلة : $n(Zn^{2+}) = x$ إذن : $x = \dfrac{n(e^-)}{2}$

ونعلم أن : $n(e^-) = \dfrac{I.\Delta t}{F}$ إذن : $x = \dfrac{I.\Delta t}{2.F}$ كذلك من خلال جدول تقدم التفاعل :

$[Zn^{2+}] = [Zn^{2+}]_o - \dfrac{x}{V}$ أي : $[Zn^{2+}]_{\Delta t} = [Zn^{2+}]_o - \dfrac{I.\Delta t}{2.F.V}$ $\Leftarrow$ $[Zn^{2+}]_o - [Zn^{2+}]_{\Delta t} = \dfrac{I.\Delta t}{2.F.V}$

ومنه : $\Delta t = \dfrac{[Zn^{2+}]_o - [Zn^{2+}]_{\Delta t}}{I} \times 2.F.V$

ت.ع: $\Delta t = \dfrac{2.\times96500\times0{,}15}{15.10^{-3}} \times (17{,}5.10^{-3} - 5.10^{-3}) = 24125s = 6h42mn5s$

التمرين 1 فيزياء :

1-1) لدينا : $n_R = \frac{\lambda_{oR}}{\lambda_R}$ $\Leftarrow$ $\boxed{\lambda_R = \frac{\lambda_{oR}}{n_R}}$

1-2) $B = \frac{n_R - n_V}{\frac{1}{\lambda_{oR}^2} - \frac{1}{\lambda_{oV}^2}} = \frac{1,51-1,52}{\frac{1}{0,768^2}-\frac{1}{0,434^2}} = 2,77.10^{-3}\mu.m^2 \Leftarrow n_R - n_V = B(\frac{1}{\lambda_{oR}^2}-\frac{1}{\lambda_{oV}^2}) \Leftarrow \begin{cases} n_R = A + \frac{B}{\lambda_{oR}^2} \\ n_V = A + \frac{B}{\lambda_{oV}^2} \end{cases}$

لدينا

$A = n_R - \frac{B}{\lambda_{oR}^2} = 1,51 - \frac{2,77.10^{-3}}{0,768^2} = 1,5 \Leftarrow n_R = A + \frac{B}{\lambda_{oR}^2}$

---

2) 2-1) لدينا : $\boxed{d = \frac{2.\lambda D}{a}} \Leftarrow \theta = \frac{d}{2D} = \frac{\lambda}{a}$

2-2) مبيانيا المعامل الموجه : $2\lambda D = \frac{\Delta d}{\Delta(\frac{1}{a})} = \frac{(6-2).10^{-3}}{(3-1).10^{3}} = 2.10^{-6}m^2$

ومنه : $\lambda = \frac{2.10^{-6}}{2.D} = \frac{2.10^{-6}}{2.\times 1,5} \approx 667\times 10^{-9}m = 667nm$

تمرين 2:

1) 1-1) $2 \leftarrow a$ ، $0 \leftarrow b$ ، $1 \leftarrow c$

يتضح من خلال المنحنى (a) أن : $u_c = k.t$ مع : $k = \frac{\Delta u_c}{\Delta t} = \frac{2,25.0}{1,5.0} = 1,5V/s$ $\Leftarrow$ $\boxed{u_c = 1,5.t}$ **(1)**

ولدينا $u_c = \frac{q}{C}$ مع : $q = I.t$ إذن : $\boxed{u_c = \frac{I_o.t}{C}}$ (2) إذن : $\frac{I.t}{C} = k.t$ أي : $\boxed{\frac{I_o}{C} = k}$ ومنه : $I = k.C = 1,5.C = 1,5\times 0,1 = 0,15A$

1-2) أ) خلال الشحن لدينا : $u_c = \frac{I_o}{C}.\times t$ $\Leftarrow$ $\frac{du_c}{dt} = \frac{I_o}{C}.$ مع : $u_c = \frac{q}{C}$ $\Leftarrow$ $\boxed{\frac{dq}{dt} = I_o}$

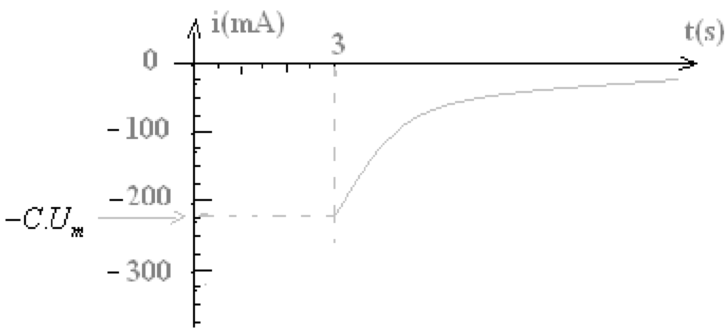
ب) خلال التفريغ لدينا : $u_R + u_c = 0$ $\Leftarrow$ $R.i + u_c = 0$ مع : $i = \frac{dq}{dt}$ إذن : $R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$ لأي : $\boxed{R.C\frac{dq}{dt} + q = 0}$

1-3) لدينا : $u_c = U_{max}.e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$ ولدينا :

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_c)}{dt} = C\frac{d}{dt}\left(U_m.e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}\right) = C.U_m\frac{d}{dt}\left(e^{-\frac{t}{\tau}}.e^{\frac{3}{\tau}}\right) = C.U_m.e^{\frac{3}{\tau}}\frac{d}{dt}\left(e^{-\frac{t}{\tau}}.\right) = -\frac{C.U_m}{\tau}.e^{\frac{3}{\tau}}.e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{C.U_m}{\tau}e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$$

خلال عملية الشحن عند $t = \tau + 3$ لدينا : $u_c = U_{max}.e^{-1} = 0,37\times U_m = 0,83V$ $\Leftarrow$ مبيانيا $\tau + 3 = 4s$ ومنه : $\boxed{\tau = 1s}$

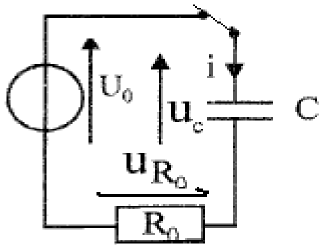
عند اللحظة $t = 3$: ، $i = -\frac{C.U_m}{1}e^{-\frac{(3-3)}{\tau}} = -C.U_m = -0,225A = -225mA$



---

2) 2-1) عند غلق قاطع التيار ، بتطبيق قانون تجميع التوترات لدينا : $u_{R.o} + u_c = U_o$ أي : $R_o.i + u_c = U_o$

أي : $R_o.C.\frac{du_c}{dt}+u_c=U_o$



2-2) حل المعادلة التفاضلية : $R_o.C.\frac{du_c}{dt}+u_c=U_o$: يكتب على الشكل : $u_c=A.e^{-\frac{t}{\tau}}+B \Rightarrow \frac{du_c}{dt}=-\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$-R_o.C.\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}+A.e^{-\frac{t}{\tau}}+B=U_o \Rightarrow A.e^{-\frac{t}{\tau}}(1-\frac{R_o.C}{\tau})+B=U_o \Rightarrow B=U_o$ و $1-\frac{R_o.C}{\tau}=0$ أي : $\tau=.R_o.C$ =50x.0,1=5s

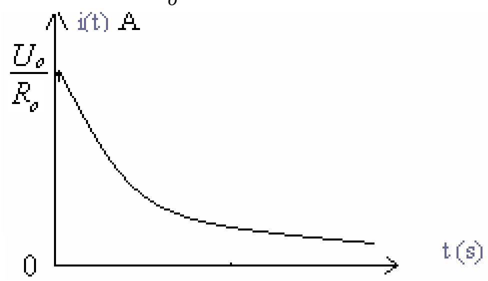
وبذلك يصبح الحل كما يلي : $u_c=A.e^{-\frac{t}{R_o.C}}+U_o$

ومن خلال الشروط البدئية لدينا عند $t=0$ لدينا : $u_c=0$ أي : $0=A.e^0+U_o \Rightarrow 0=A+U_o$ أي : $A=-U_o$

والحل يصبح : $u_c=-U_o.e^{-\frac{t}{R_o.C}}+U_o$ أي : $u_c=U_o.(1-e^{-\frac{t}{R_o.C}})$

2-3) خلال شحن المكثف $u_c=U_o.(1-e^{-\frac{t}{R_o.C}})$ أي : $u_c=U_o-U_o.e^{-\frac{t}{R_o.C}}$ إذن شدة التيار : $i=C\frac{du_c}{dt}=C\left[0-(-\frac{U_o}{R_o.C}.e^{-\frac{t}{R_o.C}})\right]$

أي : $i=\frac{U_o}{R_o}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ عند : $t=0$ ، $i=\frac{U_o}{R_o}$ =2,25/50=0,045A

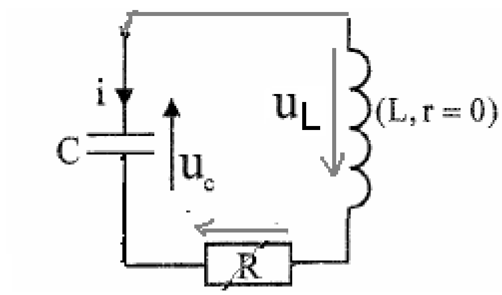


2-4) من خلال منحنى الشكل (2) نستخرج المدة التي اسغرقها الشحن الكلي لمكثف مريم وهي : $\Delta t=1,5ms$ وهي تساوي مدة الشحن الكلي لمكثف أحمد أي : 5τ إذن : $5\tau=\Delta t$ أي : $5R_o.C=\Delta t$ ومنه : $R_o=\frac{\Delta t}{5.C}=\frac{1,5}{5\times0,1}=3\Omega$

---

3)1-3) ا) عند وضع قاطع التيار في الموضع (2) بتطبيق قانون تجميع التوترات لدينا : $u_L+u_C=0$ أي : $L.\frac{di}{dt}+u_C=0$

$R=0$



مع : $i=\frac{dq}{dt}=\frac{d(Cu_C)}{dt}=C.\frac{du_C}{dt}$ و : $\frac{di}{dt}=C.\frac{d^2u_C}{dt^2}$ إذن : $L.C\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$

ب) حل المعادلة $L.C\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$ يكتب كما يلي : $u_c=U_o.\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t+\varphi) \Rightarrow \frac{du_c}{dt}=-U_o.\frac{2.\pi}{T_o}\sin(\frac{2.\pi}{T_o}.t+\varphi)$

$\frac{d^2u_c}{dt^2}=-U_o.\frac{4.\pi^2}{T_o^2}\cos(\frac{2.\pi}{T_o}.t+\varphi)=-\frac{4.\pi^2}{T_o^2}\times u_c$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية : $-\frac{4.\pi^2}{T_o^2}\times u_c\times L.C+u_c=0$

$u_c = \frac{4.\pi^2}{T_o^2}\times u_c \times L.C \Leftarrow T_o^2 = 4.\pi^2 \times L.C$ أي : $\boxed{T_o = 2.\pi\sqrt{L.C}}$ **معامل التحريض :** $L = \frac{T_o^2}{4.\pi^2.C} = \frac{1}{4.\pi^2.0,1} \approx 0,25H$

ج) لدينا : $E_T = \frac{1}{2}.C.U_o^2 = \frac{1}{2}.L.I_{max}^2$ **ومنه** $I_{max} = \sqrt{\frac{C.U_o^2}{L}} = \sqrt{\frac{0,1\times 2,25^2}{0,25^2}} \approx 1,4A$

3-2) من خلال المعادلة التفاضلية : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R_2}{L}.\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{L.C}.u_C = 0$ أي : $L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + R_2.C\frac{du_c}{dt} + .u_C = 0$ ومنه :

$L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + .u_C = -R_2.C\frac{du_c}{dt}$ **ونعلم أن :** $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$ **إذن :** $\boxed{L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + .u_C = -R_2..i}$ **(1)**

و لدينا : $E_T = \frac{1}{2.}L.i^2 + \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}$ **إذن :** **مع :**

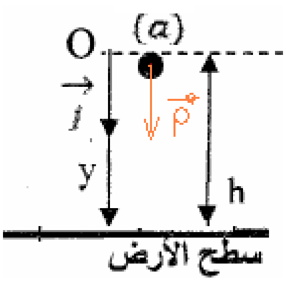
أي : $\frac{dE_T}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2.}L.i^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}\right) \Leftarrow \Leftarrow \frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2.}L.\left(.2.i\frac{di}{dt}\right) + \frac{1}{2.C}.\left(.2.q.\frac{dq}{dt}\right)$ **مع :** $\frac{dq}{dt} = i$

مع : $\frac{di}{dt} = C.\frac{d^2u_C}{dt^2}$ **و:** $\frac{q}{C} = u_C \Leftarrow \boxed{\frac{dE_T}{dt} = i.\left[L.C\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{q}{.C}.\right]}$

$\frac{dE_T}{dt} = i.\left[L\frac{di}{dt} + \frac{q}{.C}.\right]$

وباعتبار العلاقة (1)تصبح : $\boxed{\frac{dE_T}{dt} = -R_2 i^2}$

تمرين 3: الجزء الاول :



1) 1-1) - المجموعة المدروسة : (الكرية a).

جرد القوى : تخضع الكرية a خلال سقوطها لوزنها $\vec{P}$ فقط

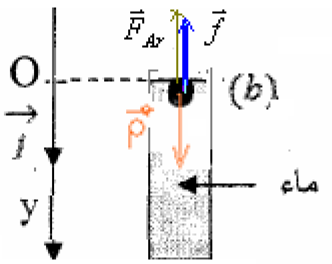
تطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\boxed{\vec{P} = m.\vec{a}_G}$

بالاسقاط على المحور oy : $P = m.a_y$ أي : $m.g = m.a_y \Leftarrow a_y = g$ أي : $\boxed{\frac{dv_y}{dt} = g}$

2.-1) $\boxed{v_y = g.t}$ (لأن : $v_{oy} = 0$) أي : $\frac{dy}{dt} = g.t$ ومنه : $\boxed{y = \frac{1}{2}g.t^2}$ لأن : $y_o = 0$

عند وصول الكرية إلى سطح الأرض عند اللحظة t_a تصبح : $y = h$ أي : $h = \frac{1}{2}g.t_a^2 = \frac{1}{2}.9,8\times 0,41^2 = 0,82m$

2) 1-2) - المجموعة المدروسة : (الكرية b)



- جرد القوى : تخضع الكرية b للقوى التالية : - $\vec{P}$ وزن الكرية .

- $\vec{F}_{Ar}$ دافعة أرخيمدس.

- $\vec{f}$ قوة الاحتكاك.

تطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}_G$

أي : $\vec{P} + \vec{F}_{Ar} + \vec{f} = m.\vec{a}_G$

بالإسقاط على المحور oy : $P - F_{Ar} - f = m.a_y$ أي : $m.g - \rho.V.g - K.v^2 = m.\frac{dv}{dt} \Leftarrow \frac{dv}{dt} = .g - \frac{\rho.V.g}{m} - \frac{K}{m}.v^2$

أي : $\boxed{\frac{dv}{dt} = g(1 - \frac{\rho.V}{m}) - \frac{K}{m}.v^2}$ **(1) المعادلة التفاضلية التي يحققها سرعة مركز قصور الكرية bوهي.**

2-2) من خلال العلاقة السابقة : $\frac{dv_\ell}{dt} = .g(1 - \frac{\rho.V}{m}) - \frac{K}{m}.v_\ell^2 = 0 \Leftarrow g(1 - \frac{\rho.V}{m}) - \frac{K}{m}.v_\ell^2 = 0 \Leftarrow g(1 - \frac{\rho.V}{m}) = \frac{K}{m}.v_\ell^2$

ومبيانيا : $v_\ell = \sqrt{g(\frac{m-\rho.V}{K})}$ $v_\ell = 0{,}85m/s$ إذن : $v_\ell^{\,2} = g(\frac{m-\rho.V}{K})$ $\Leftarrow$ $K = g(\frac{m-\rho.V}{v_\ell^{\,2}})$

ت.ع: $K = 9{,}8\times(\frac{6.10^{-3} - 10^3.2{,}57.10^{-6}}{0{,}85^2}) = 4{,}65.10^{-3}\,kg.m^{-1}$

2-3)من خلال (1) عند $t=0$ القيمة النظرية للتسارع : $v=o$ ، $a_{th} = a_o = \frac{dv}{dt} = g(1-\frac{\rho.V}{m})$ عند لأن : $t=0$.

ت.ع: $a_{th} = 9{,}8\times(1-\frac{10^3\times 2{,}57.10^{-6}}{6.10^{-3}}) = 5{,}6m/s^2$

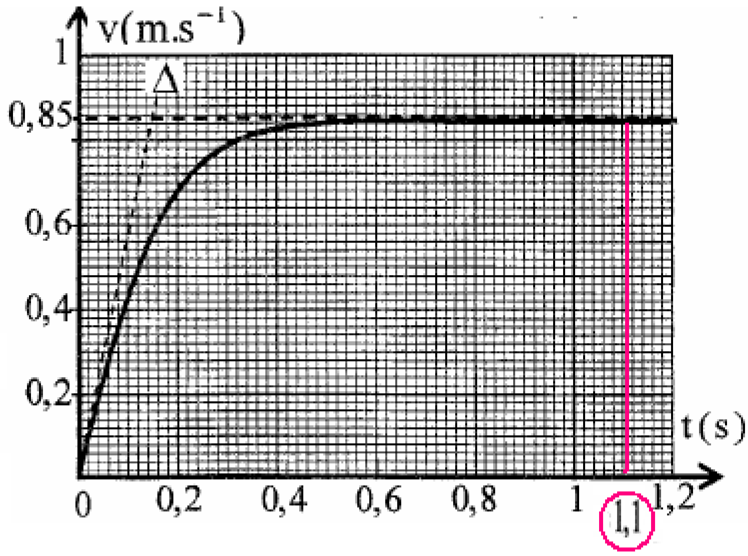
القيمة التجريبية لتسارع مركز قصور الكريه عند اللحظة $t=0$ توافق المعامل الموجه للمماس للمنحنى عند $t=0$: $a_{\exp} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0{,}9-0}{0{,}16-0} \approx 5{,}6m/s$

---

3) 3-1) تقطع الكرية(a)المسافة 2h في المدة الزمنية t_1 بحيث : $2h = \frac{1}{2}g.t_1^{\,2}$ $\Leftarrow$ $t_1 = 2\sqrt{\frac{h}{g}}$

ولدينا : $h = \frac{1}{2}g.t_a^{\,2}$ أي : $t_a = \sqrt{\frac{2.h}{g}}$ إذن : $\sqrt{\frac{h}{g}} = \frac{t_a}{\sqrt{2}}$ وبالتالي : $t_1 = t_a\sqrt{2}$

<u>تقطع الكرية(b)المسافة 2h في المدة الزمنية t_2 بحيث</u> : $t_2 = t_b + \frac{h}{v_\ell}$



- تصل الكرية (b) إلى سطح الأرض عند اللحظة $t_b = 1{,}1s$.
ويتضح مبيانيا بعد هذه اللحظة أن حركة الكريةb تصبح منتظمة.

لمدة الزمنية الفاصلة بين لحظتي وصول الكرتين إلى سطح الأرض : $\Delta t = t_2 - t_1 = t_b + \frac{h}{v_\ell} - t_a\sqrt{2}$

3-2) ت.ع: $\Delta t = 1{,}1 + \frac{0{,}82}{0{,}85} - 0{,}41\sqrt{2} = 1{,}48s$

الجزء الثاني :

1) لدينا : السرعة : $[v] = \frac{[d]}{[t]}$ والتسارع : $[a] = \frac{[v]}{[t]}$ إذن : $[a] = \frac{[d]}{[t]^2}$

ولدينا : $F = G.\frac{m_A.m_B}{d^2}$ أي : $m..a = G.\frac{m_A.m_B}{d^2}$ ومنه : $G = \frac{d^2.a}{m_B}$ ومنه : $[G] = \frac{[d]^2.\times[d]\times[t]^{-2}}{[m]}$

ومنه فإن تعد الثابتة G هو : $[G] = \frac{L^3\times T^{-2}}{M}$ ووحدتها : $m^3.s^{-2}/kg$.

---

2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر الأرضي على الارتفاع المنخفض لدينا :

$\vec{F} = m_s.\vec{a}_G$ بالإسقاط على ألمنظمي: $F = m_s.\frac{v_1^{\,2}}{r_1}$ أي : $G.\frac{m_s.M_T}{r_1^{\,2}} = m_s.\frac{v_1^{\,2}}{r_1}$ $\Leftarrow$ $v^2 = G.\frac{M_T}{r_1}$ ومنه : $v_1 = \sqrt{G.\frac{M_T}{r_1}}$

ولدينا : $v = r_1.\omega$ أي $v = r_1.\frac{2.\pi}{T_1}$ أي : $\sqrt{\frac{G.M_T}{r_1}} = r_1.\frac{2.\pi}{T_1}$ ومنه : $T_1 = 2.\pi.\sqrt{\frac{r_1^{\,3}}{G.M_T}}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر الأرضي على الارتفاع المرتفع نجد بنفس الطريقة : $T_2 = 2.\pi.\sqrt{\frac{r_2^{\,3}}{G.M_T}}$

ومنه نستنتج أن : $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3} \Leftarrow T_1 = T_2 \times \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3}$ بما أن S ساكن للأرض على المدار المرتفع فإن : $T_2 = 24h$

ت.ع : $T_1 = 24 \times \sqrt{\left(\frac{6700}{42200}\right)^3} \approx 1{,}52h$

---

2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر:

$\vec{F} = m_s.\vec{a}_G$ بالإسقاط على ألمنظمي: $F = m_s.a_N$ أي : $G.\frac{m_s.M_T}{(OE)^2} = m_s.a_N \Leftarrow a_N = G.\frac{M_T}{(OE)^2}$

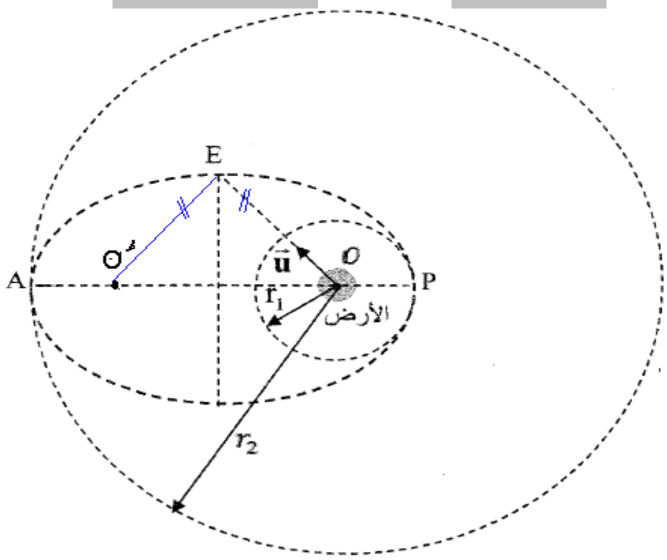
ومتجهة $\vec{a}_G = \vec{a}_t + \vec{a}_N$ للقمر حركة دورية إذن سرعته ثابتة وبالتالي : $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$ إذن : $\vec{a}_G = \vec{a}_N = -G\frac{M_T}{(OE)^2}$

التسارع

بما أن النقطة E تنتمي إلى المحور الصغير للإهليج فإن : $OE = O'E$ وحسب خاصية الاهليج لدينا : $OE + O'E = 2a$ أي : $2.OE = 2a$

ومنه : $OE = a$ لكن a غير معروفة ، لتحديدها نطبق العلاقة الاهليجية للنقطة A وهي : $OA + O'A = 2.a$ مع : $O'A = r_1$

و : $OA = r_2 \Leftarrow r_1 + r_2 = 2.a$ ومنه : $a = \frac{r_1 + r_2}{2}$ إذن : $OE = \frac{r_1 + r_2}{2}$



ت.ع : $a_G = a_N = G\frac{M_T}{OE^2} = 6{,}67.10^{-11}\frac{6.10^{24}}{\left(\frac{(6700+42200).10^3}{2}\right)^2} \approx 0{,}67m/s^2$