

تصحيح الامتحان الوطني الدورة العادية 2022

العلوم الفيزيائية

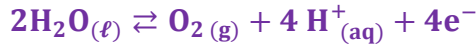
الكيمياء

الجزء 1 :

1-الالكترود الذي يلعب دور الكاثود:

بما ان توضع الفلز يتم على مستوى الصفيحة الفولاذية، فإن صفيحة الفولاذية تلعب دور الكاثود.
لان بجوار الكاثود يحدث اختزال لأيونات الكروم III إلى فلز الكروم (توضع الكروم).

1.2. الجواب الصحيح هو: **A**



2.2. الجواب الصحيح هو: **B**



3-تحديد $m(\text{Cr})$:

الجدول الوصفي لمعادلة تفاعل الاختزال الكاثودي:

معادلة التفاعل	$\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{Cr}(\text{s})$	$+ 3\text{e}^-$	$n(\text{e}^-)$
الحالة البدئية	$n_0(\text{Cr}^{3+})$	--	0	---	0
بعد تمام المدة Δt	$n_0(\text{Cr}^{3+}) - x$	--	x	---	3x

$$\begin{cases} n(\text{e}^-) = 3x \\ n(\text{e}^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow 3x = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \Rightarrow x = \frac{I \cdot \Delta t}{3F}$$

حسب الجدول الوصفي كمية مادة فلز الكروم المتكونة:

$$\begin{cases} n(\text{Cr}^{3+}) = x \\ n(\text{Cr}^{3+}) = \frac{m(\text{Cr})}{M(\text{Cr})} \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M(\text{Cr})} = x \Rightarrow m(\text{Cr}) = x \cdot M(\text{Cr})$$

$$m(\text{Cr}) = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(\text{Cr})}{3F}$$

A. N:

$$m(\text{Cr}) = \frac{2 \times 2 \times 3600 \times 52}{3 \times 96500} = 2,586 \text{ g} \Rightarrow \boxed{m(\text{Cr}) \simeq 2,59 \text{ g}}$$

الجزء 2 :

1-المحلول المائي لحمض البروبانويك

1.1. معادلة التفاعل بين حمض البروبانويك والماء:



2.1. حساب نسبة التقدم النهائي:

الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل		$C_2H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				
حالة المجموعة	التقدم	كمية المادة ب (mol)				
البدئية	0	$C_a \cdot V$	بوفرة	--	0	0
خلال التحول	x	$C_a \cdot V - x$	بوفرة	--	x	x
النهائية	$x_{\text{éq}}$	$C_a \cdot V - x_{\text{éq}}$	بوفرة	--	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

حسب الجدول الوصفي:

$$n_f(H_3O^+) = x_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V$$

$$C_a \cdot V - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = C_a \cdot V \quad \text{الحمض هو المتفاعل المحد:$$

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V}{C_a \cdot V} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{C_a} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a}$$

$$\tau = \frac{10^{-3,1}}{5 \cdot 10^{-2}} = 0,0159 \Leftrightarrow \boxed{\tau \approx 1,6 \%}$$

- استنتاج : بما أن $\tau < 1$ فإن التفاعل محدود (غير كلي).

3.1. تعبير $Q_{r,\text{éq}}$:

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[C_2H_5COO^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_2H_5COOH]_{\text{éq}}}$$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{C_a} \Rightarrow [H_3O^+]_{\text{éq}} = C_a \cdot \tau$$

حسب الجدول الوصفي:

$$[C_4H_9CO_2^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V}$$

$$[C_4H_9CO_2H]_{\text{éq}} = \frac{C_a \cdot V - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - [H_3O^+]_{\text{éq}}$$

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{[C_4H_9CO_2H]_{\text{éq}}} \Rightarrow \boxed{Q_{r,\text{éq}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C_a - [H_3O^+]_{\text{éq}}}}$$

- حساب $Q_{r,\text{éq}}$:

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}}$$

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{(10^{-\text{pH}})^2}{C_a - 10^{-\text{pH}}} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C_a - 10^{-\text{pH}}}$$

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{10^{-2 \times 3,1}}{5 \cdot 10^{-2} - 10^{-3,1}} \Rightarrow \boxed{Q_{r,\text{éq}} = 1,28 \cdot 10^{-5}}$$

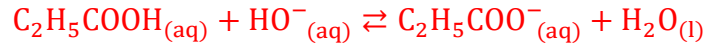
4.1. استنتاج قيمة pK_A :

$$K_A = Q_{r,\text{éq}} \Rightarrow pK_A = -\log K_A = -\log Q_{r,\text{éq}} \quad \text{لدينا:}$$

$$pK_A = -\log(1,28 \cdot 10^{-5}) = 4,89 \Rightarrow \boxed{pK_A \approx 4,9} \quad \text{ت.ع:}$$

2- معايرة محلول مائي لحمض البروبانويك

1.2. معادلة تفاعل المعايرة:



2.2. الحجم V_{bE} مبيانيا:

$$V_{bE} = 20 \text{ mL}$$

3.2. التحقق من قيمة C_a :

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$$

علاقة التكافؤ:

$$C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a}$$

$$C_a = \frac{5.10^{-2} \times 20.10^{-3}}{20.10^{-3}} \Rightarrow C_a = 5.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

ت.ع:

4.2. تحديد الكتلة m :

$$C_0 = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow \boxed{m = C_0 \cdot M \cdot V}$$

المحلول S_0 ذي التركيز C_0 خفف 10 مرات للحصول على المحلول S_1 تركيزه C_1 حسب علاقة معامل التخفيف:

$$\frac{C_0}{C_a} = 10 \Rightarrow C_0 = 10 C_a$$

$$m = C_0 \cdot M \cdot V \Rightarrow m = 10 C_a \cdot M \cdot V$$

$$m = 10 \times 5.10^{-2} \times 74 \times 1 \Rightarrow \boxed{m = 37 \text{ g}}$$

5.2- النسبة المئوية للحمض في الخليط:

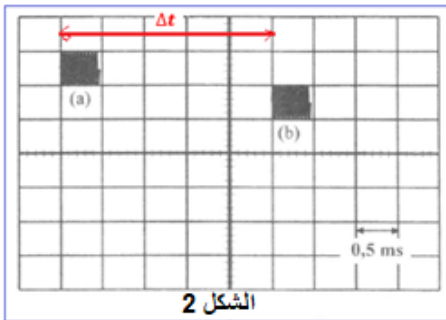
باستعمال الشكل 2 بإسقاط الحجم $V_b = 5 \text{ mL}$ نجد : $pH = 4,4$.

$$pH = pK_A + \log \frac{[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}} \Rightarrow \log \frac{[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}} = pH - pK_A \Rightarrow \frac{[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}} = 10^{pH - pK_A}$$

$$\alpha (C_2H_5COOH) = \frac{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q} + [C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q}} = \frac{1}{1 + \frac{[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}}}$$

$$\alpha (C_2H_5COOH) = \frac{1}{1 + 10^{pH - pK_A}}$$

$$\alpha (C_2H_5COOH) = \frac{1}{1 + 10^{4,4 - 4,9}} = 0,7597 \Rightarrow \boxed{\alpha (C_2H_5COOH) \approx 76 \%}$$



الشكل 2

التمرين 2 : الموجات

الجزء 1:

1- الإجابة بصحيح او خطأ:

1.1. خطأ

2.1. صحيح

2. المدة Δt :

$$\Delta t = 5 \times 0,5 \text{ ms} = 2,5 \text{ ms} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2,5.10^{-3} \text{ s}}$$

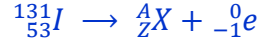
حسب الشكل 2 لدينا :

3. سرعة الانتشار v :

$$v = \frac{85.10^{-2}}{2,5.10^{-3}} \Rightarrow \boxed{v = 340 \text{ m.s}^{-1}} \quad \text{ت.ع.} \quad v = \frac{L}{\Delta t}$$

الجزء 2:

1. معادلة تفتت اليود 131:



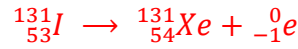
قانونا صودي:

$$\begin{cases} 131 = A + 0 \\ 53 = Z - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 131 \\ Z = 53 + 1 = 54 \end{cases}$$

$${}^A_Z\text{X} = {}^{131}_{54}\text{Xe}$$

النوية المتولدة:

معادلة التفتت تصيح:



2. الطاقة المحررة $|\Delta E|$:

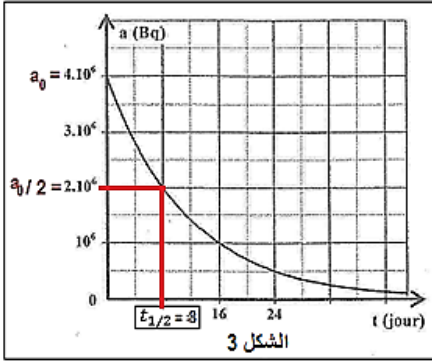
$$\Delta E = [m({}^{131}_{54}\text{Xe}) + m({}^0_{-1}\text{e}) - m({}^{131}_{53}\text{I})].c^2$$

$$\Delta E = (130,905082 + 5,48580.10^{-4} - 130,906125)u.c^2$$

$$\Delta E = -4,9442.10^{-4} \times 931,5 \text{ MeV}.c^{-2}.c^2 = -0,46055 \text{ MeV}$$

$$\boxed{|\Delta E| = 0,46055 \text{ MeV}}$$

1.3. التحديد المباني ل $t_{1/2}$:



$$a(t_{1/2}) = \frac{a_0}{2} = 2.10^6 \text{ Bq}$$

عند اللحظة $t_{1/2}$ لدينا:

$$\boxed{t_{1/2} = 8 \text{ jours}}$$

حسب الشكل 3 نجد:

2.3. تحديد العدد N_0 :

$$a_0 = \lambda . N_0$$

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

$$a_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} . N_0 \Rightarrow \ln 2 . N_0 = a_0 . t_{1/2} \Rightarrow N_0 = \frac{a_0 . t_{1/2}}{\ln 2}$$

$$N_0 = \frac{4.10^6 \times 8 \times 24 \times 3600}{\ln 2} = 3,989.10^{12} \Rightarrow \boxed{N_0 \approx 4.10^{12}}$$

ت.ع.:

3.3. تحديد اللحظة t_1 :

$$N(t) = N_0 . e^{-\lambda . t}$$

حسب قانون التناقص الاشعاعي:

عند اللحظة t_1 نكتب:

$$N(t_1) = N_0 . e^{-\lambda . t_1} \Rightarrow \frac{N(t_1)}{N_0} = e^{-\lambda . t_1} \Rightarrow \ln \left(\frac{N(t_1)}{N_0} \right) = -\lambda . t_1$$

$$\ln \left(\frac{N(t_1)}{N_0} \right) = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} . t_1 \Rightarrow t_1 = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} . \ln \left(\frac{N(t_1)}{N_0} \right)$$

عند t_1 تفتت 95% من نوى العينة حيث يتبقى منها 5% أي: $N(t_1) = 0,05 N_0$ وبالتالي نكتب: $\frac{N(t_1)}{N_0} = 0,05$

$$t_1 = -\frac{8}{\ln 2} . \ln \left(\frac{5}{100} \right) \Rightarrow \boxed{t_1 = 34,57 \text{ jours}}$$

ت.ع.:

التمرين 3: الكهرياء

1- استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

1.1 التحقق من المعادلة التفاضلية :

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

حسب قانون أوم: $u_R = R \cdot i$ مع $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \cdot u_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$

$$RC \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E \Rightarrow \boxed{\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = \frac{E}{RC}}$$

1.2.1 تعبير $i(t)$:

$$i(t) = C \cdot \frac{du_C}{dt} = C \cdot \frac{d[E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})]}{dt} = \frac{C \cdot E}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

2.2.1 قيمة R :

$$i(0) = \frac{E}{R} \cdot e^0 = \frac{E}{R} \Rightarrow R = \frac{E}{i(0)}$$

حسب الشكل 2 لدينا : - قيمة شدة التيار عند $t_0 = 0$: $i(0) = 12 \text{ mA}$
- قيمة التوتر في النظام الدائم هي: $u_C = E = 12 \text{ V}$

$$R = \frac{12}{12 \cdot 10^{-3}} = 10^3 \Omega \Rightarrow \boxed{R = 1 \text{ k}\Omega}$$

ت.ع:

3.2.1 قيمة C :

حسب الشكل 2 قيمة ثابتة الزمن هي:

$$\tau = 50 \text{ ms} \quad \text{A.N:} \quad C = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{10^3} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow \boxed{C = 50 \mu\text{F}}$$

$$\tau = R \cdot C \Rightarrow C = \frac{\tau}{R}$$

2. التذبذبات الحرة في RLC

1.2 الحالة الأولى: ($r = 0$)

1.1.2 المعادلة التفاضلية:

حسب قانون إضافية التوترات: $u_L + u_C = 0$

حسب قانون أوم: $u_L = L \frac{di}{dt}$

$$i = C \cdot \frac{du_C}{dt} \quad \text{و} \quad \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left(C \cdot \frac{du_C}{dt} \right) = C \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{du_C}{dt} \right) = \frac{d^2 u_C}{dt^2}$$

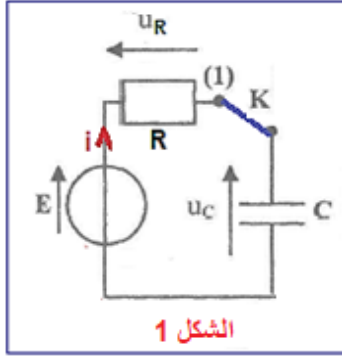
$$L \frac{di}{dt} + u_C = 0 \Rightarrow LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + u_C = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot u_C = 0}$$

2.1.2 المنحنى الممثل للتوتر $u_C(t)$:

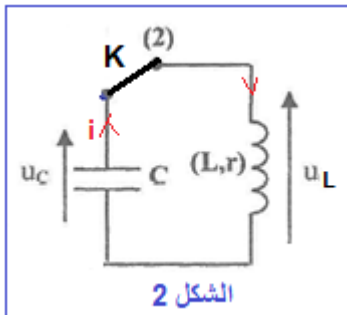
عند اللحظة $t = 0$ المكثف مشحون كلياً يكتب التوتر بين مبرطي المكثف: $u_C(0) = E = 12 \text{ V}$ وبما ان ($r = 0$) فان الوسع يبقى ثابتاً ومنه فإن المنحنى الممثل لتطور التوتر $u_C(t)$ هو (C_1).

3.1.2.a. تعبير T_0 بدلالة L و C :

$$u_C(t) = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0} \cdot U_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \Rightarrow \frac{d^2 u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 U_0 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$



الشكل 1



الشكل 2

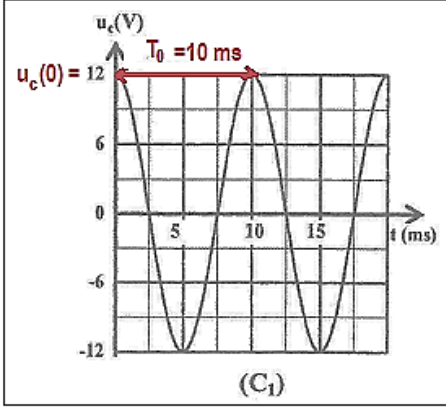
$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C(t)$$

نعوض تعبير $\frac{d^2 u_C}{dt^2}$ في المعادلة التفاضلية $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot u_C = 0$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C(t) + \frac{1}{LC} \cdot u_C(t) = 0 \Rightarrow \left[-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC}\right] \cdot u_C(t) = 0 \Rightarrow -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} = 0$$

$$\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{T_0}{2\pi} = \sqrt{LC} \Rightarrow \boxed{T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{LC}}$$

b.2.1.3. قيمة L :



$$T_0 = 2\pi \sqrt{L \cdot C} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 L \cdot C \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

حسب الشكل (C_1) قيمة الدور الخاص هي: $T_0 = 10 \text{ ms}$

$$L = \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 50 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{L = 0,05 \text{ H}}$$

2.2 الحالة الثانية ($r \neq 0$)

1.22 تعبير الطاقة الكلية E_t :

$$E_t = E_e + E_m \Rightarrow \boxed{E_t = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(t) + \frac{1}{2} L \cdot i^2(t)}$$

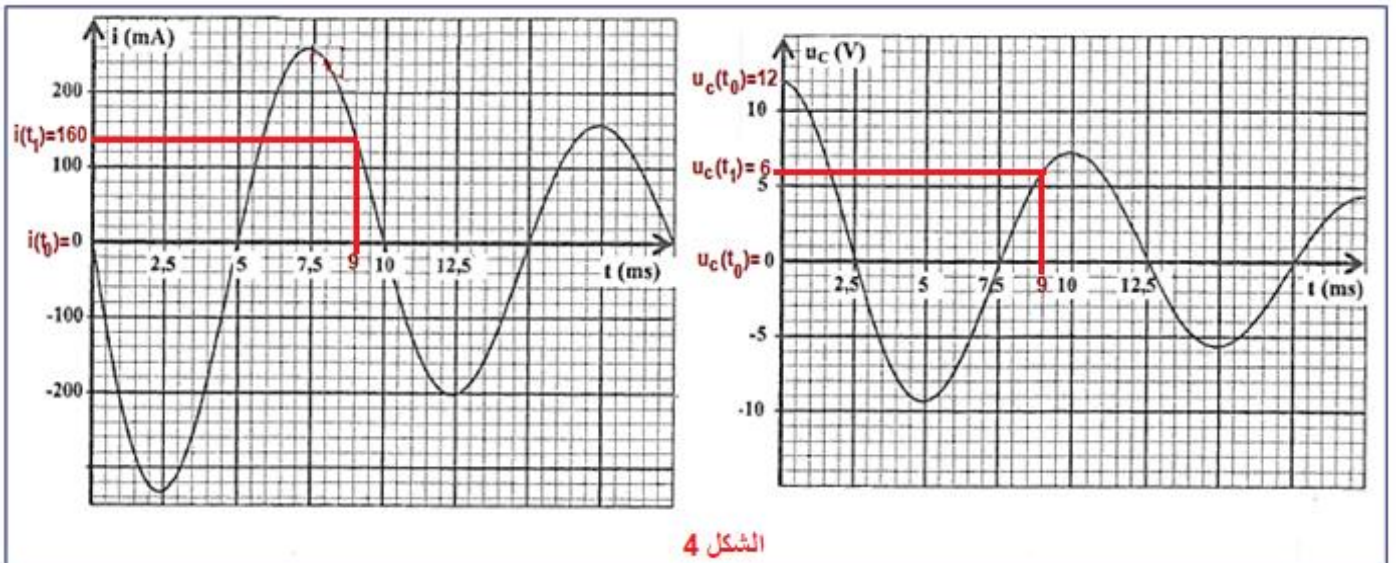
2.2.2 الطاقة المبدة ΔE :

❖ عند $t_0 = 0$ حسب الشكل 4 لدينا: $u_C(t_0) = 12 \text{ V}$ و $i(t_0) = 0$

$$E_0 = E_e(t_0) + E_m(t_0) = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(t_0) + \frac{1}{2} L \cdot i^2(t_0)$$

$$E_0 = \frac{1}{2} \times 50 \cdot 10^{-6} \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 0,05 \times 0^2$$

$$E_0 = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$



الشكل 4

❖ عند $t_1 = 9 \text{ ms}$ حسب الشكل لدينا: $u_C(t_1) = 6 \text{ V}$ و $i(t_1) = 160 \text{ mA}$

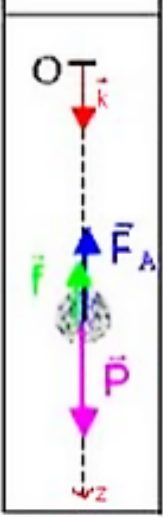
$$E_1 = E_e(t_1) + E_m(t_1) = \frac{1}{2} C. u_c^2(t_1) + \frac{1}{2} L. i^2(t_1)$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \times 50.10^{-6} \times 6^2 + \frac{1}{2} \times 0,05 \times (140.10^{-3})^2$$

$$E_0 = 1,39.10^{-3} J$$

$$\Delta E = E_1 + E_0 \Rightarrow \Delta E = 1,39.10^{-3} - 3,6.10^{-3} = -2,21.10^{-3} J$$

$$\boxed{\Delta E = -2,21 mJ}$$



التمرين 4: الميكانيك

الجزء 1:

1. النظام الموافق لكل مجال:

- مجال 1 ← نظام بدئي
- مجال 2 ← نظام دائم

2. المعادلة التفاضلية:

المجموعة المدروسة: {الكرة}

جرد القوى الخارجية:

\vec{P} : وزن الكرة،

\vec{F}_A : دافعة أرخميدس،

\vec{f} : قوة احتكاك المائع.

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

الاسقاط على المحور (O, \vec{k}) :

$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F. \cos \alpha$$

$$P_x = 0 ; \quad R_x = -f ; \quad a_x = \ddot{x}_G = \frac{d^2 x_G}{dt^2}$$

$$P_z + F_z + R_z = m. a_z \Leftrightarrow m. g - \rho_r. V. g - k. v = m. \frac{d v}{dt}$$

$$\frac{d v}{dt} + \frac{k}{m} v = g \left(1 - \frac{\rho_r. V}{m} \right) \Rightarrow \frac{d v}{dt} + \frac{k}{m} v = g \left(1 - \frac{\rho_r. V}{\rho_a. V} \right) \Rightarrow \frac{d v}{dt} + \frac{k}{m} v = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a} \right)$$

نضع: $\frac{1}{\tau} = \frac{k}{m}$ الزمن المميز: $\tau = \frac{m}{k}$ المعادلة التفاضلية تكتب:

$$\boxed{\frac{d v}{dt} + \frac{1}{\tau} v = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a} \right)}$$

1.3. قيمة τ :

$$\boxed{\tau = 0,1 s}$$

حسب الشكل 2 لدينا:

- استنتاج قيمة k :

$$\tau = \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{m}{\tau} \quad A.N: \quad k = \frac{10.10^{-3}}{0,1} \Rightarrow \boxed{k = 0,1 kg.s^{-1}}$$

2.3. قيمة V_ℓ :

$$V_\ell = 0,88 \text{ m.s}^{-1}$$

حسب الشكل 2 لدينا :

4. تعبير ρ_r :

في النظام الدائم لدينا : $v = v_\ell = Cte \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$ المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\frac{1}{\tau} v_\ell = g \left(1 - \frac{\rho_r}{\rho_a} \right) \Rightarrow \frac{V_\ell}{\tau \cdot g} = 1 - \frac{\rho_r}{\rho_a} \Rightarrow \frac{\rho_r}{\rho_a} = 1 - \frac{V_\ell}{\tau \cdot g} \Rightarrow \rho_r = \rho_a \left(1 - \frac{V_\ell}{\tau \cdot g} \right)$$

- حساب قيمة ρ_r :

$$\rho_r = 7,8 \text{ g.cm}^{-3} \times \left(1 - \frac{0,88 \text{ m.s}^{-1}}{0,1 \text{ s} \times 10 \text{ m.s}^{-2}} \right) = 0,936 \text{ g.cm}^{-3} \Rightarrow \rho_r \approx 0,94 \text{ g.cm}^{-3}$$

الجزء 2 :

1.1. الاقتراح الصحيح هو : B

تعبير شدة القوة التجاذبي المطبقة من طرف الأرض على القمر الاصطناعي :

$$F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h_1)^2}$$

2.1. تعبير السرعة v :

المجموعة المدروسة : {القمر الاصطناعي}

جهد القوى الخارجية :

$\vec{F}_{T/S}$: قوة التجاذب المطبقة من طرف الأرض على القمر الاصطناعي :

تطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المركزي الأرضي :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{F}_{T/S} = m_S \cdot \vec{a}_S$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h_1)^2} \vec{n} = m_S \cdot \vec{a}_S \Rightarrow \vec{a}_S = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h_1)^2} \vec{n}$$

في معلم فريني متجهة التسارع تكتب :

$$\vec{a}_S = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u} + \frac{v^2}{R_T + h_1} \cdot \vec{n}$$

$$v^2 = \frac{G \cdot M_T}{R_T + h_1} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h_1}}$$

3.1. التحقق من تعبير الدور T_1 :

$$v = (R_T + h_1) \cdot \omega \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T_1} \cdot (R_T + h_1) \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi(R_T + h_1)}{v}$$

$$2\pi(R_T + h_1) \cdot \sqrt{\frac{R_T + h_1}{G \cdot M_T}} \Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h_1)^3}{G \cdot M_T}}$$

$$T_1 = 2\pi \times \sqrt{\frac{(6380 \cdot 10^3 + 1000 \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,97 \cdot 10^{24}}} = 6312,69 \text{ s} \Rightarrow T_1 \approx 1,75 \text{ h}$$

ت.ع :

2. تحديد الارتفاع h_2 :

حسب القانون الثالث لكيبلر $\frac{T^2}{r^3} = cte$ حيث r شعاع المسار الدائري.

$$\frac{T_2^2}{(R_T + h_2)^3} = \frac{T_1^2}{(R_T + h_1)^3}$$

$$\frac{(R_T + h_2)^3}{T_2^2} = \frac{(R_T + h_1)^3}{T_1^2}$$

$$(R_T + h_2)^3 = \frac{T_2^2}{T_1^2} \cdot (R_T + h_1)^3$$

$$R_T + h_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2} \cdot (R_T + h_1)^3}$$

$$R_T + h_2 = (R_T + h_1) \times \sqrt[3]{\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2}$$

$$h_2 = (R_T + h_1) \times \sqrt[3]{\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2} - R_T$$

$$h_2 = (6380 + 1000)km \times \sqrt[3]{\left(\frac{24h}{1,75h}\right)^2} - 6380 km \Rightarrow \boxed{h_2 \simeq 35\,903,59 km}$$

الطريقة الثانية:

$$\frac{T_2^2}{(R_T + h_2)^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \Rightarrow \frac{T_2^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2} = (R_T + h_2)^3$$

$$R_T + h_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} \Rightarrow h_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} - R_T$$

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{(24 \times 3600)^2 \times 6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,97 \cdot 10^{24}}{4\pi^2}} - 6380 \cdot 10^3 \simeq 35,847 \cdot 10^6 m \Rightarrow h_2 \simeq 35\,847 km \quad \text{ت.ع.}$$

$$\boxed{h_2 \simeq 35\,847 km}$$