

7ن

التمرين 1: الكيمياء

الجزء الأول: التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

1. الجدول للوصفي لتقدم التفاعل :

المعادلة الكيميائية		$\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$				
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول				
بدئية	0	n_0	بوفرة	0	0	بوفرة
وسيطية	X	$n_0 - x$	بوفرة	X	X	بوفرة

0,5

حسب الجدول الوصفي نكتب: $n_t(\text{CO}_2) = x$

وحسب معادلة الحالة للغازات الكاملة نجد أن: $n_t(\text{CO}_2) = x = \frac{P \cdot V(\text{CO}_2)}{R \cdot T}$ ت.ع. $x = \frac{1,02 \cdot 10^5 \cdot V(\text{CO}_2)}{8,31,298} = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)$

0,5

2. تحديد زمن نصف التفاعل: $V_{t/2}(\text{CO}_2) = \frac{V_{\max}(\text{CO}_2)}{2} = 30 \text{ mL}$ $x_{t/2} = \frac{x_m}{2} \Leftrightarrow V_{t/2}(\text{CO}_2) = 30 \text{ mL}$ مبيانيا نجد أن: $t_{1/2} \approx 120 \text{ s}$

3. حساب السرعة الحجمية للتفاعل:

0,5

لدينا: $v = \frac{1}{V_S} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_S} \cdot 41,2 \frac{dV(\text{CO}_2)}{dt}$ ت.ع. $v(t_1) = \frac{1}{100 \cdot 10^{-3}} \cdot 41,2 \cdot \frac{(60 - 39,2) \cdot 10^{-3}}{(560 - 0)} = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$

الجزء الثاني: معايرة محلول مائي للأمونياك بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

1. معادلة تفاعل المعايرة الحاصل: $\text{NH}_{3(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

0,5

2. مبيانيا نجد: $V_{AE} = 10 \text{ mL}$

0,25

3. لنبين أن: $C_D = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: $C_D = 100 \cdot C_B = 100 \cdot \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B} = 100 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{20} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5

4.

4.1. معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء: $\text{NH}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$

0,25

4.2. عند الحجم $V_A = 0$: نجد أن pH المحلول (S_1) هو : $\text{pH} \approx 10,6$

0,25

4.3. تحديد التركيزين: $[\text{NH}_4^+_{(aq)}] = [\text{HO}^-_{(aq)}] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}} = 10^{-14+10,6} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5

و $[\text{NH}_{3(aq)}] = C_B - [\text{HO}^-_{(aq)}] = 10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4} = 9,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$pK_A = pH - \log \frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]} = 10,6 - \log \left(\frac{9,60 \cdot 10^{-3}}{3,98 \cdot 10^{-4}} \right) \approx 9,2 \quad : \text{قيمة } pK_A \quad .4.4$$

0,5

5. قيمة pK_A : مثلا عند صب الحجم: $V_A = 4 \text{ mL}$ نجد مبيانيا:

0,5

$$pK_A = pH - \log \frac{[NH_3(aq)]}{[NH_4^+(aq)]} = 10,6 - \log \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{3,3 \cdot 10^{-4}} \right) \approx 9,2$$

6.

6.1 المنحنى (3) هو الموافق لتغيرات $[NH_3(aq)]$ بدلالة الحجم V_A المضاف .

0,25

6.2 إيجاد التركيز المولي $[NH_3(aq)]$ عندما يكون: $pH=8,8$.

0,5

حسب المنحنى (1) نجد أن $V_A=7,2 \text{ mL}$ توافق $pH=8,8$ ؛

$$[NH_3(aq)] = 2 \text{ mmol.L}^{-1} \quad \text{وحسب المنحنى (3) نجد أن:}$$

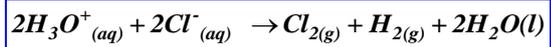
الجزء الثالث : التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

1. المعادلة الكيميائية التي تحدث بجوار الأنود: أكسدة ايونات Cl^- : $2Cl^-(aq) \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + 2e^-$

0,5

2. المعادلة الحصيلة أثناء التحليل الكهربائي: $2H^+(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_{2(g)} + H_{2(g)}$ أو

0,5



3. قيمة pH عند اللحظة $t=30 \text{ min}$

0,5

$$\text{لدينا: } Q_t = I.t = n(e^-).F \Leftrightarrow n(e^-) = \frac{I.t}{F} = 2.x$$

حسب الجدول الوصفي لتفاعل التحليل الكهربائي: $[H_3O^+]_0 = C_0$ و $[H_3O^+]_t = C_0 - \frac{2.x}{V_0} = C_0 - \frac{I.t}{F.V_0}$

$$\text{وبالتالي: } pH = -\log [H_3O^+]_t = -\log \left(C_0 - \frac{I.t}{F.V_0} \right) \quad \text{ت.ع: } pH = -\log \left(0,05 - \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 60}{96500 \cdot 0,5} \right) = 1,50$$

التمرين 2 : التحولات النووية

2,5

1. معادلة تفاعل الاندماج: ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

0,25

2. عدد الاقتراحات الصحيحة هما اقتراحين فقط.

0,5

3.

3.1 طاقة الربط لنواة الهيليوم: مبيانيا نجد أن: $E_1({}^4_2\text{He}) = (4,69526 - 4,66697) \cdot 10^3 = 28,29 \text{ MeV}$

0,5

3.2 الطاقة الناتجة عن التفاعل: $|\Delta E| = E_2 - E_1 = (4,68456 - 4,66697) \cdot 10^3 = 17,59 \text{ MeV}$

0,5

4. الطاقة المحررة: $E = N_A \cdot |\Delta E| = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 17,59 = 1,05927 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$ 0,25

5. تحديد قيمة n: $n = \frac{E}{E'} = \frac{1,05927 \cdot 10^{25} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-13}}{4,2 \cdot 10^{10}} = 40,4$ 0,5

التمرين 3 : الكهرباء

5 ن

1. شحن مكثف - تدبذبات حرة لدارة RLC متوالية

1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتور :

حسب قانون إضافية التوترات نكتب: $u_R + u_C = E$ أي أن $R_0 \cdot i + u_C = E$ 0,5

وبما أن $i = C_{\text{eq}} \cdot \frac{du_C}{dt} = 2C \cdot \frac{du_C}{dt}$ فإن $2R_0 C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$

1.2. قيمة شدة التيار مباشرة بعد إغلاق الدارة : $i(0) = \frac{E}{R_0} = \frac{6}{1000} = 6 \text{ mA}$ 0,25

1.3. التحقق من قيمة سعة المكثف: $C = \frac{\tau}{2R_0} = \frac{0,24 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^3} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ F} = 120 \text{ nF}$ 0,5

1.4

1.4.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الشحنة :

حسب قانون إضافية التوترات نكتب: $u_L + u_C + u_R = 0$ 0,5

ونعلم أن: $i = \frac{dq}{dt}$ و $q = 2C \cdot u_C$ إذن: $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{2C} + R_0 \cdot \frac{dq}{dt} = 0$ وبالتالي: $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{2L \cdot C} + \frac{R_0}{L} \cdot \frac{dq}{dt} = 0$

1.4.2. إثبات تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية:

لدينا: $E_T = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(t) + \frac{1}{2} L \cdot i^2(t)$

أي أن: $\frac{dE_T}{dt} = C_{\text{eq}} \cdot u_C(t) \cdot \frac{dq(t)}{dt} + L \cdot i(t) \cdot \frac{di(t)}{dt} = \frac{q(t)}{2C} \cdot \frac{dq(t)}{dt} + L \cdot \frac{dq(t)}{dt} \cdot \frac{d^2q(t)}{dt^2}$

إذن: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt} \left[\frac{q(t)}{2C} + L \cdot \frac{d^2q(t)}{dt^2} \right]$

وحسب المعادلة التفاضلية السابقة نجد: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt} \left[\frac{q(t)}{2C} + L \cdot \frac{d^2q(t)}{dt^2} \right]$

وبالتالي: $\frac{dE_T}{dt} = -\frac{dq(t)}{dt} \left(R_0 \cdot \frac{dq}{dt} \right) = -R_0 \cdot \left(\frac{dq}{dt} \right)^2 = -R_0 \cdot (i)^2$

يعل تناقص الطاقة بتبدها بمفعول جول في الدارة نظرا لوجود المقاومة R_0 .

2. المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري

2.1 تحديد قيمة N_0 : عند الرنين: $N_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10^{-9}}} = 9,19 \text{ kHz}$

0,5

2.2 لدينا: $N_1 < N_0 < N_2$ و $I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ؛ حساب معامل الجودة: $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{9,19}{12,90 - 6,54} = 1,45$

0,5

2.3 قيمة R_1 : عند الرنين: $R_1 = Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{100}{\sqrt{2} \cdot 0,71} \approx 100 \Omega$

0,25

2.4 قيمة القدرة المتوسطة المبددة بمفعول جول: $P_m = R_1 \cdot I_0^2 = 100 \cdot 0,71^2 \approx 50 \text{ W}$

0,5

3. استقبال موجة هرتزية

3.1 تعني إزالة التضمين للإشارة المستقبلية استرجاع الموجة الهرتزية المضمنة الوسع.

0,25

3.2 يوافق المنحنى (1) التوتر u_{QM} لأنه يمثل التوتر المقوم بواسطة الصمام الثنائي بينما يوافق

0,5

المنحنى (2) التوتر u_{TM} لأنه يوافق التوتر الذي أزيلت مركبته المستمرة.

التمرين 4: الميكانيك

5,5

الجزء 1: دراسة سقوط كرية

1. لنبين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة تكتب على الشكل: $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$

0,5

تخضع الكرية (S) لوزنها \vec{P} ولتأثير الهواء \vec{R}
حسب القانون الثاني لنيوتن ، نكتب: $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$

نسقط العلاقة على المحور الرأسي (Oz): $P_z + R_z = m \cdot a_{Gz} = m \cdot \frac{dv}{dt}$

أي أن: $m \cdot g - \lambda \cdot v = m \cdot \frac{dv}{dt}$ ومنه: $g = \frac{\lambda}{m} \cdot v + \frac{dv}{dt}$ وبالتالي: $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$

2. تحديد قيمة λ : مبيانيا نجد: $v_{\text{lim}} = 20 \text{ m.s}^{-1}$ ولدينا:

0,5

$$\lambda = \frac{m \cdot g}{v_{\text{lim}}} = \frac{0,1 \cdot 10}{20} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$$

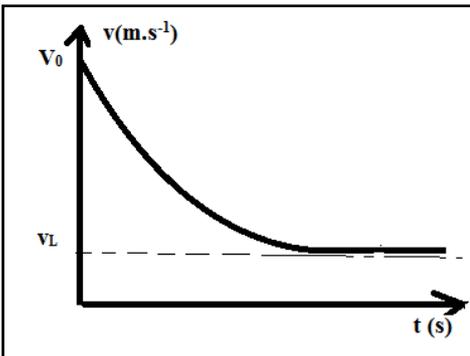
3. خلال النظام الانتقالي: $P > R$ لأن السرعة تتزايد وخلال النظام الدائم:

0,5

$P = R$ (السرعة ثابتة).

0,5

4. شكل المنحنى:



الجزء 2 : دراسة حركة متذبذب

1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفعال الزاوي θ :

0,5

حسب العلاقة الأساسية للتحريك في حالة الدوران؛ نكتب : $M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{R}) + M_{\Delta} = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$ أي أن : $m.g.l.\sin\theta - C.\theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$ في حالة التذبذبات الصغيرة تصبح العلاقة : $m.g.l.\theta - C.\theta = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$

$$\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_{\Delta}} \cdot \theta = 0$$

2.1 0,75 لنبين أن : $E_p = \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l$ لدينا : $E_{pp} = m.g.y + K_1$ وحسب الحالة المرجعية نجد أنه $E_{pp} = 0$ عند $y = 0$ ومنه : $K_1 = 0$

$$E_{pp} = m.g.y = m.g.l.\cos\theta = m.g.l.\left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)$$

لدينا : $E_{pt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \theta^2 + K_2$ وحسب الحالة المرجعية نجد أن : $K_2 = 0$ ومنه :

$$E_{pt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \theta^2 + K_2$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l$$

وبما أن : $E_p = E_{pp} + E_{pt}$ فإن :

2.2 0,5 إثبات المعادلة التفاضلية :

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l$$

وبما أن الاحتكاكات مهمة فإن : $\frac{dE_m}{dt} = 0$. أي أن : $J_{\Delta} \cdot \dot{\theta} \cdot \ddot{\theta} + (C - m.g.l) \cdot \theta \cdot \dot{\theta} = 0$

$$\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_{\Delta}} \cdot \theta = 0$$

2.3

2.3.1 إيجاد تعبير الدور الخاص :

0,5

$$\ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot \theta(t) \quad \theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$$

$$\left(-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{C - m.g.l}{J_A}\right).\theta = 0$$

نعوض في المعادلة التفاضلية فنجد:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{C - m.g.l}}$$

ومنه:

2.3.2. حساب قيمة g:

$$g = \frac{1}{m.l} \cdot \left(C - \frac{4\pi^2 \cdot J_A}{T_0^2}\right)$$

إذن: لدينا: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{C - m.g.l}}$

$$g = \frac{1}{0,1 \cdot 0,584} \cdot \left(1,4 - \frac{4\pi^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2}}{1,1^2}\right) = 9,82 \text{ m.s}^{-2}$$

ت.ع:

2.4

2.4.1. قيمة الطاقة الميكانيكية : مبيانيا: $E_m = 590 \text{ mJ}$

2.4.2. حساب القيمة المطلقة للسرعة الزاوية:

$$\left|\dot{\theta}\right| = \sqrt{\frac{2 \cdot (E_m - E_p)}{J_A}}$$

إذن: لدينا: $E_C = E_m - E_p = \frac{1}{2} J_A \cdot \dot{\theta}^2$

$$\left|\dot{\theta}\right| = \sqrt{\frac{2 \cdot (590 - 580) \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}}} \approx 0,89 \text{ rad.s}^{-1}$$

ت.ع:

لا تنسونا من دعائكم الصالح