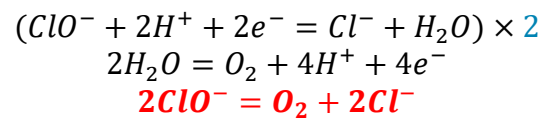


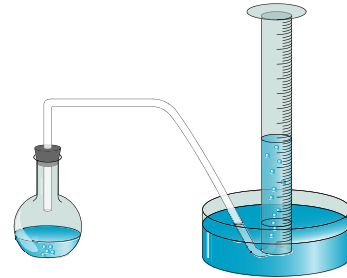
- التمرين 01:

- الجزء الأول:

1. معادلة التفاعل:



2. رسم شكل تخطيطي:



3. جدول التقدم:

معادلة التفاعل		$2ClO^-$	$=$	$2Cl^-$	$+$	O_2
الحالة	التقدم	$n(ClO^-)$		$n(Cl^-)$		$n(O_2)$
الابتدائية	0	$n = C \cdot V$		0		0
الوسطية	x	$n - 2x$		$2x$		x
النهائية	x_f	$n - 2x_f$		$2x_f$		x_f

4. قيمة التقدم الأعظمي:

بما أن التفاعل تام، وعليه:

$$n_f(ClO^-) = n - 2x_{max} = 0$$

وعليه:

$$x_{max} = \frac{[ClO^-]_0 \cdot V}{2} = \frac{240 \times 0,11}{2} = 13,2 \text{ mmol}$$

5. تفسير تغير اللون:

رجوع اللون إلى الوردى دليل على تواجد شوارد CO^{2+} ، وهذا بسبب أن الوسيط يرجع إلى حالته الأصلية بعد انتهاء التفاعل.

6. حساب الحجم المولي V_M :

نعلم أن:

$$n_f(O_2) = \frac{V_f(O_2)}{V_M} = x_{max}$$

منه:

$$V_M = \frac{V_f(O_2)}{x_{max}} = \frac{315 \times 10^{-3}}{1,32 \times 10^{-2}} = 23,86 \text{ L/mol}$$

إذن:

$$V_M \approx 24 \text{ L/mol}$$

- الجزء الثاني:

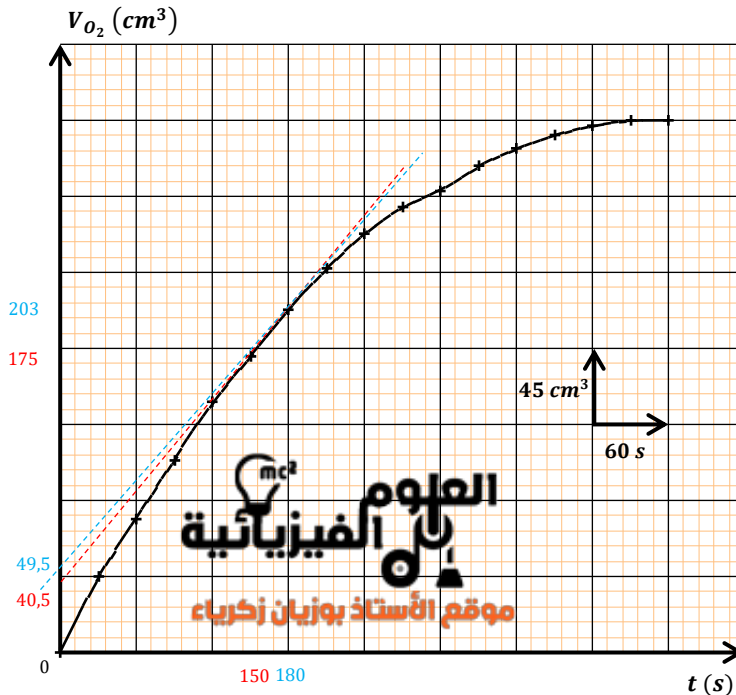
1. اثبات أن الوسيط لا يؤثر على الحالة النهائية للتفاعل:

- التجربة الأولى: تحصلنا على $V_f(O_2) = 315 \text{ cm}^3$

- التجربة الثانية: اعتمادا على الجدول، تحصلنا على

$$V'_f(O_2) = 315 \text{ cm}^3$$

2. رسم المنحنى البياني:

3. حساب السرعة الحجمية لاختفاء شوارد ClO^- :

نعلم أن عبارة السرعة الحجمية لاختفاء ClO^- ، تكتب بالشكل التالي:

$$v_{Vol}(ClO^-) = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn_t(ClO^-)}{dt} \dots (1)$$

من جدول تقدم التفاعل، لدينا:

$$\left\{ \begin{array}{l} n_t(ClO^-) = n - 2x \dots (2) \\ n_t(O_2) = \frac{V_t(O_2)}{V_M} = x \dots (3) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n_t(ClO^-) = n - 2x \dots (2) \\ n_t(O_2) = \frac{V_t(O_2)}{V_M} = x \dots (3) \end{array} \right.$$

من العبارتين (2) و(3)، نجد:

$$n_t(ClO^-) = n - \frac{2}{V_M} \cdot V_t(O_2)$$

باشتقاق العبارة السابقة نجد:

$$\frac{dn_t(ClO^-)}{dt} = -\frac{2}{V_M} \cdot \frac{dV_t(O_2)}{dt} \dots (4)$$

بتعويض العبارة (4) في (1)، نجد:

$$v_{Vol}(ClO^-) = -\frac{2}{V \cdot V_M} \cdot \frac{dV_t(O_2)}{dt}$$

تطبيق عددي:

$$v_{Vol}(ClO^-)|_{t=150s} = -\frac{2}{110 \times 24} \cdot \frac{175 - 40,5}{150 - 0} = 6,8 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{Vol}(ClO^-)|_{t=1800s} = -\frac{2}{110 \times 24} \cdot \frac{203 - 49,5}{180 - 0} = 6,46 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- التمرين 02:

- الجزء الأول:

1. جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		CaCO ₃ + 2H ₃ O ⁺ = CO ₂ + Ca ²⁺ + 3 H ₂ O				
الحالة	التقدم	n(CaCO ₃)	n(H ₃ O ⁺)	n(CO ₂)	n(Ca ²⁺)	n(H ₂ O)
الابتدائية	0	n ₀ = $\frac{m_0}{M}$	n _s = C · V _s	0	0	3 · x _f
الوسطية	x	n ₀ - x	n _s - 2x	x	x	
النهائية	x _f	n ₀ - x _f	n _s - 2x _f	x _f	x _f	

2. العلاقة بين التقدم x و V, T, P, R:

حسب قانون الغاز المثالي:

$$P(CO_2) \cdot V = n(CO_2) \cdot R \cdot T$$

ولدينا من جدول تقدم التفاعل:

$$n(CO_2) = x$$

إذن:

$$x = \frac{V}{RT} \cdot P(CO_2)$$

3. استنتاج قيمة x_{max}:

من المنحنى البياني (01):

$$P_{max}(CO_2) = 12,18 \times 10^3 \text{ Pa}$$

منه:

$$x_{max} = \frac{10^{-3}}{8,31 \times 293} \times 12,18 \times 10^3 = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

4. اثبات عبارة التقدم x:

نعلم أن:

$$\begin{cases} x = \frac{V}{RT} \cdot P(CO_2) \\ x_{max} = \frac{V}{RT} \cdot P_{max}(CO_2) \end{cases}$$

بقسمة العبارتين، نجد:

$$\frac{x}{x_{max}} = \frac{\frac{V}{RT} \cdot P(CO_2)}{\frac{V}{RT} \cdot P_{max}(CO_2)} = \frac{P(CO_2)}{P_{max}(CO_2)}$$

منه:

$$x = \frac{x_{max}}{P_{max}(CO_2)} \cdot P(CO_2)$$

5. حساب قيمة P_{CO₂}(t_{1/2}):

من العبارة السابقة:

$$P_{t_{1/2}}(CO_2) = \frac{x_{t_{1/2}} \times P_{max}(CO_2)}{x_{max}} = \frac{P_{max}(CO_2)}{2}$$

إذن:

$$P_{t_{1/2}}(CO_2) = \frac{12,18 \times 10^3}{2} = 6,09 \times 10^3 \text{ Pa}$$

بالإسقاط على المنحنى البياني (01)، نجد:

$$t_{1/2} \approx 56 \text{ s}$$

6. اثبات عبارة سرعة التفاعل:

نعلم أن عبارة سرعة التفاعل، تكتب من الشكل التالي:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

ومن جهة أخرى، لدينا:

$$x = \frac{V}{RT} \cdot P(CO_2)$$

باشتقاق العبارة السابقة، نجد:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{V}{RT} \cdot \frac{dP(CO_2)}{dt}$$

- حساب قيمة v عند t = 100 s:

$$v|_{t=100s} = \frac{10^{-3}}{8,31 \times 293} \times \frac{(12,76 - 4,35) \times 10^3}{192 - 0} = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- استنتاج قيمة v_{Vol}(H₃O⁺) عند t = 100 s:

نعلم أن:

$$v = \frac{v(H_3O^+)}{2} = \frac{V_S \times v_{Vol}(H_3O^+)}{2}$$

منه:

$$v_{Vol}(H_3O^+) = \frac{2v}{V_S} = \frac{2 \times 1,8 \times 10^{-5}}{0,1} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- الجزء الثاني:

1. التحقق من قيمة x_{max} واستنتاج قيمة C:

من جدول التقدم لدينا:

$$n_f(CaCO_3) = \frac{m_0}{M} - x_{max} = \frac{m_f}{M}$$

منه:

$$x_{max} = \frac{m_0 - m_f}{M} = \frac{2 - 1,5}{100} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

بما أن التفاعل تام، فإن H₃O⁺ هو المتفاعل المحد، وعليه:

$$C \cdot V_S - 2x_{max} = 0$$

منه:

$$C = \frac{2x_{max}}{V_S} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-3}}{0,1} = 0,1 \text{ mol/L}$$

2. اثبات عبارة $m(t)$:

من جدول التقدم لدينا:

$$n_t(\text{CaCO}_3) = \frac{m_0}{M} - x$$

منه:

$$m_t(\text{CaCO}_3) = m_0 - x \cdot M \dots (1)$$

وأيضاً:

$$n_t(\text{Ca}^{2+}) = x$$

بقسمة العبارة السابقة على V_S :

$$[\text{Ca}^{2+}]_t = \frac{x}{V_S}$$

منه:

$$x = [\text{Ca}^{2+}]_t \cdot V_S \dots (2)$$

بتعويض العبارة (2) في (1)، نجد:

$$m_t(\text{CaCO}_3) = m_0 - [\text{Ca}^{2+}]_t \cdot V_S \cdot M$$

إذن:

$$m_t(\text{CaCO}_3) = m_0 - 0,1 \times 100 \cdot [\text{Ca}^{2+}]_t$$

وعليه:

$$m_t(\text{CaCO}_3) = m_0 - 10 \cdot [\text{Ca}^{2+}]_t$$

3. اثبات عبارة السرعة الحجمية للتفاعل:

نعلم أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل، تكتب من

الشكل التالي:

$$v_{Vol} = \frac{1}{V_S} \cdot \frac{dx}{dt}$$

ومن جهة أخرى، لدينا:

$$\sigma = 4,25 - 580 \cdot x$$

باشتقاق العبارة السابقة، نجد:

$$\frac{d\sigma}{dt} = -580 \cdot \frac{dx}{dt}$$

منه:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{580} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

وعليه:

$$v_{Vol} = -\frac{1}{580 \cdot V_S} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

- حساب قيمة v_{Vol} عند $t = 0$ s

$$v_{Vol}|_{t=0s} = -\frac{1}{580 \times 0,1} \times \frac{0 - 4,25}{120 - 0} = 6,1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- استنتاج قيمة $v(\text{Ca}^{2+})$ عند $t = 0$ s

نعلم أن:

$$v = \frac{v(\text{Ca}^{2+})}{1} = V_S \times v_{Vol}$$

إذن:

$$v(\text{Ca}^{2+}) = 6,1 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

4. إيجاد عبارة سرعة تشكل شوارد Ca^{2+} :

نعلم أن عبارة سرعة تشكل شوارد Ca^{2+} ، تكتب من الشكل

التالي:

$$v(\text{Ca}^{2+}) = \frac{dn(\text{Ca}^{2+})}{dt}$$

ومن جهة أخرى، لدينا:

$$m_t(\text{CaCO}_3) = m_0 - 10 \cdot \frac{n_t(\text{Ca}^{2+})}{V_S}$$

باشتقاق العبارة السابقة، نجد:

$$\frac{dm_t}{dt} = -\frac{10}{V_S} \cdot \frac{dn_t(\text{Ca}^{2+})}{dt}$$

منه:

$$v(\text{Ca}^{2+}) = \frac{dn_t(\text{Ca}^{2+})}{dt} = -\frac{V_S}{10} \cdot \frac{dm_t}{dt}$$

- حساب قيمة $v(\text{Ca}^{2+})$ عند $t = 0$ s

$$v(\text{Ca}^{2+})|_{t=0s} = -\frac{0,1}{10} \times \frac{0 - 2}{320 - 0} = 6,25 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

- استنتاج قيمة v عند $t = 0$ s

$$v = v(\text{Ca}^{2+}) = 6,25 \times 10^{-5} \text{ mol.s}^{-1}$$

5. استنتاج قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

- المنحنى البياني (02):

نعلم أن:

$$m_{t_{1/2}}(\text{CaCO}_3) = m_0 - \frac{x_{max}}{2} \cdot M = 2 - \frac{5 \times 10^{-3} \times 100}{2} = 1,75 \text{ g}$$

بالإسقاط على المنحنى البياني (02)، نجد:

$$t_{1/2} = 56 \text{ s}$$

- المنحنى البياني (03):

نعلم أن:

$$\sigma_{t_{1/2}} = 4,25 - 580 \times \frac{x_{max}}{2} = 4,25 - \frac{5 \times 10^{-3} \times 580}{2} = 2,8 \text{ S.m}^{-1}$$

بالإسقاط على المنحنى البياني (03)، نجد:

$$t_{1/2} = 56 \text{ s}$$

6. تحديد المقادير التي تتأثر بعملية التمديد:

عند إضافة كمية من الماء المقطر، يحدث بذلك تمديد

للمحلول، وعليه يبقى المتفاعل المحد هو H_3O^+ ، لكن تتغير

قيمة التقدم الأعظمي x_{max} ، إذن:

أ- تتغير قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$ ،

بسبب تغير التركيز الابتدائي للحمض.



ب- يتغير زمن نصف التفاعل بسبب تغير قيمة التقدم الأعظمي.

ج- لا يتغير حجم الغاز لأن حجم الدورق ثابت.

د- تتغير قيمة الضغط النهائي بسبب تغير قيمة التقدم الأعظمي.

7. توقع شكل المنحنيات:

نقوم بتحديد المتفاعل المحد في الحالات الجديدة

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_3 & \quad \quad \quad \text{H}_3\text{O}^+ \\ x_{\max} &= \frac{m_0}{M} = \frac{2}{100} & x_{\max} &= C' \cdot \frac{V_S}{2} \\ &= 0,02 \text{ mol} & &= 0,2 \times \frac{0,1}{2} \\ & & &= 0,01 \text{ mol} \end{aligned}$$

وعليه فإن H_3O^+ هو المتفاعل وقيمة التقدم الأعظمي

$$x_{\max} = 0,01 \text{ mol}$$

العلوم الفيزيائية
موقع الأستاذ بوزيان زكرياء

