المسألة الأولى:

يحدث التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

حيث يبيّن الجدول الآتي تغيّر تركيز المادّة C بمرور الزمن:

$[C]\,(mol.L^{-1})$	0	0.1	0.3
$t\,(s)$	0	10	20

المطلوب:

❶ اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة A .

❷ اكتب العلاقة التي تربط بين السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة B والسّرعة الوسطيّة لتشكّل المادّة C .

❸ احسب قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة B بين اللّحظتين $10 \to 20\,s$.

❹ بفرض أنّ التراكيز الابتدائيّة:

$$[A]_0 = 0.2\ mol.L^{-1} \quad ، \quad [B]_0 = 0.3\ mol.L^{-1}$$

المطلوب حساب:

a) قيمة السّرعة الابتدائيّة لهذا التفاعل علماً أنّ: $k = 10^{-2}$.

b) تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند توقّف التفاعل.

الحل:

❶

$$v_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

❷

$$-\frac{1}{3}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

أو:

$$\frac{1}{3}v_{avg(B)} = \frac{1}{2}v_{avg(C)}$$

❸ نحسب أولاً السّرعة الوسطيّة لتشكّل المادّة C بين اللحظتين $10 \to 20\ s$:

$$v_{avg(C)} = +\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{(0.3-0.1)}{20-10}$$

$$\boxed{v_{avg(C)} = +0.02\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

ثمّ نحسب السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة B بين اللّحظتين $10 \to 20\ s$:

$$\frac{1}{3}v_{avg(B)} = \frac{1}{2}v_{avg(C)}$$

$$\frac{1}{3}v_{avg(B)} = \frac{1}{2}\times 0.02$$

$$v_{avg(B)} = \frac{3}{2}\times 0.02$$

$$\boxed{v_{avg(B)} = +0.03\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

❹ **(a**

$$v_0 = k\,[A]_0.[B]_0^3$$

$$v_0 = (10^{-2})(0.2)(0.3)^3$$

$$\boxed{v_0 = 54\times 10^{-6}\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

(b

	$A_{(g)}$ +	$3B_{(g)}$ ⟶	$2C_{(g)}$	
بدء	0.2	0.3	0	
بعد زمن	$0.2-x$	$0.3-2x$	$2x$	

عند توقّف التّفاعل يكون: $v = 0$

$$k\,[A].[B]^3 = 0 \quad ; \quad k \neq 0$$

<u>امّا:</u>

$$[A] = 0 \Rightarrow 0.2 - x = 0$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}}$$

ومنه:

$$[B] = 0.3 - 2x = 0.3 - 2(0.2) = -0.1$$

مرفوض، لأنّ التّراكيز موجبة دوماً.

<u>أو:</u>

$$[B] = 0 \Rightarrow 0.3 - 2x = 0$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.15\ mol.L^{-1}}$$

ومنه:

$$[A] = 0.2 - x = 0.2 - 0.15 = 0.05\ mol.L^{-1}$$

$$[C] = 2x = 2(0.15) = 0.3\ mol.L^{-1}$$

مقبول.

==========

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

المسألة الثانية:

وُضِعَ 8 mol من المادّة A في وعاء مغلق سعته 10 L، وسُخّن الوعاء إلى درجة حرارة معيّنة، فحَدَثَ التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$2A_{(g)} \longrightarrow 2B_{(g)} + C_{(g)}$$

المطلوب:

❶ احسب قيمة سرعة التفكك الابتدائيّة لهذا التفاعل v_0 علماً أنّ: $k = 0.2$.

❷ احسب تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل v بعد زمن يتفكّك 25 % من المادّة A.

❸ احسب قيمة سرعة التّفاعل v' بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.4\ mol.L^{-1}$.

❹ بيّن بالحساب كيف تتغيّر السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل إذا أصبح حجم الوعاء الذي يحدث فيه نصف ماكان عليه مع ثبات درجة الحرارة.

الحل:

❶

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$$

$$[A]_0 = \frac{8}{10} = 0.8\ mol.L^{-1}$$

$$v_0 = k[A]_0^2$$

$$v_0 = (0.2)(0.8)^2$$

$$\boxed{v_0 = 128\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

❷

	$2A_{(g)}$	$\longrightarrow$	$2B_{(g)}$	+	$C_{(g)}$
بدء	0.8		0		0
بعد زمن	$0.8-2x$		$2x$		x

كل $0.8\ mol.L^{-1}$ من المادّة A يتفكّك منها $2x\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ من المادّة A يتفكّك منها $25\ mol.L^{-1}$

$$2x = \frac{0.8\times25}{100} = 0.2 \Rightarrow x = 0.1\ mol.L^{-1}$$

نعوّض:

$$[C] = x = 0.1\ mol.L^{-1}$$

$$[A] = 0.8-2x = 0.8-2(0.1) = 0.6\ mol.L^{-1}$$

$$v = k[A]^2$$

$$v = (0.2)(0.6)^2$$

$$\boxed{v = 72\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

❸

من الفرض:

$$2x = 0.4\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}$$

نعوّض:

$$[A]' = 0.8-2x = 0.8-2(0.2) = 0.4\ mol.L^{-1}$$

$$v' = k[A]'^2$$

$$v' = (0.2)(0.4)^2$$

$$\boxed{v' = 32\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

❹

من الفرض:

$$V' = \frac{V}{2} \Rightarrow C' = 2C$$

$$[A]' = 2[A]_0$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{k[A]'^2}{k[A]^2}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{(2[A]_0)^2}{[A]_0^2} = 4$$

$$\frac{v'}{v_0} = 4 \Rightarrow v' = 4v_0$$

اي تزداد السّرعة أربع مرّات.

$$v' = 4\times128\times10^{-3} = 512\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

==========

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المسألة الثالثة:

مُزِجَ 200 mL من محلول مادّة A تركيزه $5\ mol.L^{-1}$ مع 300 mL من محلول مادّة B تركيزه $2\ mol.L^{-1}$ في درجة حرارة مناسبة، فحدَثَ التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)}$$

إذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل تساوي $k = 2\times10^{-3}$.

المطلوب حساب:

❶ قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة لهذا التّفاعل v_0.

❷ سرعة التّفاعل v بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة A بمقدار $0.4\ mol.L^{-1}$

❸ سرعة التّفاعل v' بعد زمن يتشكّل فيه 0.5 mol من المادّة C

الحل:

❶ يُصبح الحجم الجديد بعد المزج:

$$V' = 200+300 = 500\ mL = 0.5\ L$$

نحسب التّراكيز الجديدة بعد المزج:

$$n_{\text{بعد المزج}} = n_{\text{قبل المزج}}$$

$$CV = C'V'$$

$$\Rightarrow C' = \frac{CV}{V'}$$

$$[A]_0 = \frac{5\times200\times10^{-3}}{0.5} = 2\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{2\times300\times10^{-3}}{0.5} = 1.2\ mol.L^{-1}$$

$$v_0 = k\ [A]_0^2.[B]_0$$

$$v_0 = (2\times10^{-3})(3)^2(1.2)$$

$$\Rightarrow v_0 = 216\times10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

❷

	$2A_{(g)}$	+ $B_{(g)}$	$\longrightarrow 2C_{(g)}$
بدء	2	1.2	0
بعد زمن	$2-2x$	$1.2-x$	$2x$

من الفرض:

$$2x = 0.4\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}$$

نعوّض:

$$[A] = 2-2x = 2-2(0.2) = 1.6\ mol.L^{-1}$$

$$[B] = 1.2-x = 1.2-0.2 = 1\ mol.L^{-1}$$

$$v = k\,[A]^2.[B]$$

$$v = (2\times10^{-3})(1.6)^2(1) = 512\times10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

❸

$$[C] = \frac{n}{V'} = \frac{0.5}{0.5} = 1\ mol.L^{-1}$$

$$2x = 1\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow x = 0.5\ mol.L^{-1}$$

نعوّض:

$$[A]' = 2-2x = 2-2(0.5) = 1\ mol.L^{-1}$$

$$[B]' = 2-x = 2-0.5 = 1.5\ mol.L^{-1}$$

$$v = k\,[A]'^2.[B]'$$

$$v = (2\times10^{-3})(1)^2(1.5)$$

$$v = 3\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

==========

المسألة الرابعة:

لديك التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$$

فإذا علمت أنّ التّراكيز الابتدائيّة:

$$[A]_0 = 0.5\ mol.L^{-1} \quad ، \quad [B]_0 = 0.2\ mol.L^{-1}$$

وأنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل $k = 10^{-2}$. **المطلوب:**

❶ حدّد رتبة التفاعل السابق.

❷ احسب قيمة السّرعة الابتدائيّة v_0 لهذا التفاعل.

❷ سرعة التّفاعل v بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة B يساوي خُمس ما كان عليه في البدء.

الحل:

❶

$$x + y = 1+2 = 3$$

$\Leftarrow$ التفاعل من الرتبة الثالثة.

❷

$$v_0 = k\ [A]_0.[B]_0^2 = (10^{-2})(0.5)(0.2)^2 = 2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

❸

	$A_{(g)}$	+ $2B_{(g)}$	$\longrightarrow 2C_{(g)}$
بدء	0.5	0.2	0
بعد زمن	$0.5-x$	$0.2-2x$	$2x$

من الفرض:

$$[B] = \frac{1}{5}[B]_0$$

$$0.2-2x = \frac{1}{5}\times0.2 \Rightarrow x = 0.08\ mol.L^{-1}$$

نعوّض:

$$[A] = 0.5-x = 0.5-0.08 = 0.42\ mol.L^{-1}$$

$$[B] = 0.2-2x = 0.2-2(0.08) = 0.04\ mol.L^{-1}$$

$$v_0 = k\ [A].[B]^2 = (10^{-2})(0.42)(0.04)^2 = 672\times10^{-8}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

==========

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

المسألة الخامسة:

نضيف 200 mL تحوي 1.2 mol من مادّة A إلى 200 mL تحوي 0.8 mol من مادّة B فيتم التّفاعل الأوليّ الآتي:

$$2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$$

فإذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل $k = 2\times10^{-2}$.

المطلوب حساب:

❶ قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة v_0.

❷ قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن يتشكّل فيه 0.4 mol من D .

الحل:

❶

يصبح الحجم الجديد بعد الإضافة:

$$V' = 200 + 200 = 400 \text{ mL} = 0.4 \text{ L}$$

نحسب التّراكيز الجديدة بعد الإضافة:

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V'}$$

$$[A]_0 = \frac{1.2}{0.4} = 3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{0.8}{0.4} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v_0 = k[A]_0^2.[B]_0$$

$$v_0 = (2\times10^{-2})(3)^2(2)$$

$$\boxed{\Rightarrow v_0 = 36\times10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}$$

❷

$2A_{(g)}$	+	$B_{(g)}$	$\longrightarrow$	$2C_{(g)}$	+	$D_{(g)}$
2		3		0		0
$2-2x$		$3-x$		$2x$		x

$$[D] = \frac{n}{V'} = \frac{0.4}{0.4} = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 1 \text{ mol.L}^{-1}}$$

نعوّض:

$$[A] = 3 - 2x = 3 - 2(1) = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[B] = 2 - x = 2 - 1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$v = k[A]^2.[B]$$

$$v = (2\times10^{-2})(1)^2(1)$$

$$\boxed{\Rightarrow v = 2\times10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}$$

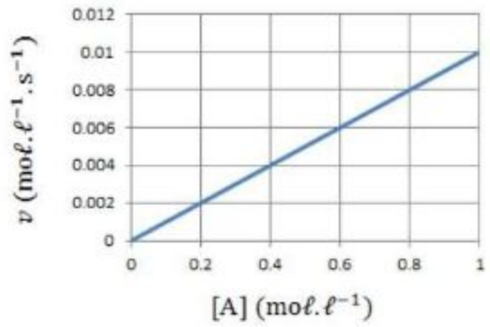
==========

المسألة السادسة:

يبيّن الشّكل الآتي تغيّر سرعة التّفاعل بتغيّر تركيز المادّة A للتّفاعل: نواتج $\longrightarrow xA_{(g)}$ **المطلوب:**

❶ حدّد رتبة التّفاعل، ثم اكتب عبارة سرعة هذا التّفاعل.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة التّفاعل.



الحل:

من الخط البيانيّ يمكن استنتاج المعطيات الآتية:

رقم التجربة	[A]	v (mol.L^{-1}.s^{-1})
1	0.2	0.002
2	0.4	0.004

$$v_1 = k[A] \Rightarrow 0.002 = k(0.2)^x \quad .....(1)$$

$$v_2 = k[A] \Rightarrow 0.004 = k(0.4)^x \quad .....(2)$$

نقسّم طرفي المعادلة (2) على طرفي المعادلة (1):

$$\frac{0.004}{0.002} = \frac{k(0.2)^x}{k(0.1)^x} \Rightarrow 2 = \frac{(0.2)^x}{(0.1)^x} \Rightarrow 2 = (\frac{2}{1})^x$$

$$\Rightarrow 2 = (2)^x$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 1}$$

$$v = k[A]^x \Rightarrow v = k[A]^1$$

$\Rightarrow$ التّفاعل من الرّتبة الأولى

❷

$$v = k[A]$$

$$0.002 = k(0.2)$$

$$\Rightarrow k = \frac{0.002}{0.2} = 10^{-2}$$

==========

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

المسألة السابعة:

يتفاعل أكسيد النّتروجين مع الهدروجين وفق المعادلة:

$$NO_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow \text{نواتج}$$

وسُجّلت البيانات الآتية عند إجراء التّجربة لعدّة مرّات:

رقم التجربة	$[H_2]$	$[NO]$	$v\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$
1	0.4	0.4	1.23×10^{-3}
2	0.8	0.4	2.46×10^{-3}
3	0.4	0.8	4.92×10^{-3}

المطلوب: ❶ اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللحظيّة، واستنتج رتبته.

❷ احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

❸ احسب سرعة التّفاعل عندما يكون:

$$[H_2] = 0.02\ mol.L^{-1} \quad ، \quad [NO] = 0.08\ mol.L^{-1}$$

الحل:

❶

$$v = k\,[NO]^x.[H_2]^y$$

$$1.23\times10^{-3} = k\,(0.4)^x.(0.4)^y \quad .....(1)$$

$$2.46\times10^{-3} = k\,(0.4)^x.(0.8)^y \quad .....(2)$$

$$4.92\times10^{-3} = k\,(0.8)^x.(0.4)^y \quad .....(3)$$

نقسّم طرفي المعادلة (3) على طرفي المعادلة (1):

$$\frac{4.92\times10^{-3}}{1.23\times10^{-3}} = \frac{k\,(0.8)^x.(0.4)^y}{k\,(0.4)^x.(0.4)^y}$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{(0.2)^x}{(0.1)^x} \Rightarrow 4 = \left(\frac{2}{1}\right)^x \Rightarrow 4 = (2)^x$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 2}$$

نقسّم طرفي المعادلة (2) على طرفي المعادلة (1):

$$\frac{2.46\times10^{-3}}{1.23\times10^{-3}} = \frac{k\,(0.4)^x.(0.8)^y}{k\,(0.4)^x.(0.4)^y}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{(0.8)^y}{(0.4)^y} \Rightarrow 2 = \left(\frac{2}{1}\right)^y \Rightarrow 2 = (2)^y$$

$$\boxed{\Rightarrow y = 1}$$

$$v = k\,[NO]^x.[H_2]^y$$

$$\Rightarrow v = k\,[NO]^2.[H_2]$$

$$x + y = 2 + 1 = 3$$

التفاعل من الرتبة الثالثة.

❷ من التّجربة الأولى:

$$1.23\times10^{-3} = k\,(0.4)^2.(0.4)$$

$$\Rightarrow k = \frac{1.23\times10^{-3}}{(0.4)^2.(0.4)} = \frac{1.23\times10^{-3}}{64\times10^{-3}} = \frac{1.23}{64}$$

❸

$$v = k\,[NO]^2.[H_2]$$

$$v = \left(\frac{1.23}{64}\right)(0.08)^2\,(0.02) = 246\times10^{-8}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$

==========

تمنيّاتي للجميع بالتوفيق والتفوّق

أ. أسامة الحصري

أ. أسامة الحصري

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ