

الأولى باكالوريا	تتبع تطور تحول كيميائي	كيمياء درس 04
------------------	------------------------	---------------

الكفايات المستهدفة :

- ❖ وصف تطور كميات المادة في مجموعة كيميائية خلال تحول كيميائي بدلالة تقدم التفاعل.
- ❖ تحديد المتفاعل المحد انطلاقا من معادلة التفاعل و كميات المادة البدئية للمتفاعلات.
- ❖ تحديد الحصيلة النهائية للمادة حسابيا وميانيا.
- ❖ توقع حجم أو ضغط غاز ناتج.

1. مراحل تتبع تطور تفاعل كيميائي:

لدراسة كيفية تطور تحول كيميائي ، يجب المرور عبر المراحل التالية:

- كتابة معادلة التفاعل وموازنتها.
- تحديد كميات المادة لمختلف الأنواع المتواجدة في الحالة البدئية للمجموعة.
- تحديد كمية مادة كل نوع كيميائي أثناء التحول بدلالة تقدم التفاعل x وإنشاء الجدول الوصفي.
- تحديد التقدم الأقصى للتفاعل x_{max} ثم استنتاج كمية المادة لكل نوع كيميائي في الحالة النهائية للمجموعة .
- تحديد قيمة الكتلة أو الحجم أو الضغط في حالة تكون غاز.

2. دراسة مثال : تفاعل المغنيسيوم مع محلول كلورور الهيدروجين:

نعتبر تفاعل الكتلة $m=0,60\text{ g}$ من فلز المغنيسيوم Mg مع الحجم $V=40\text{ mL}$ لمحلول مائي لحمض كلورور الهيدروجين تركيزه $C=2,0\text{ mol.L}^{-1}$.

2.1. معادلة التفاعل:2.2. كميات المادة البدئية:

$$n_i(Mg) = \frac{0,6}{24} = 0,025\text{ mol} = 2,50 \cdot 10^{-2}\text{ mol}$$

$$n_i(H^+) = CV = 2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 8,0 \cdot 10^{-2}\text{ mol}$$

2.3. كميات المادة أثناء التحول الكيميائي بدلالة x :

نسمي x تقدم التفاعل، وقد يمثل كمية مادة Mg التي تفاعلت عند اللحظة t . حسب الأعداد التناسبية لمعادلة

التفاعل، إذا اختفى x مول من Mg ، يختفي $2x$ مول من أيونات H^+ ، ويتكون x مول من أيونات Mg^{2+} و x مول من غاز H_2 .

يمكن إذن إنشاء الجدول الوصفي كالتالي:

$Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$					معادلة التفاعل
$n_i(Mg) = 2,50.10^{-2} mol$	$n_i(H^+) = 8,0.10^{-2} mol$		0	0	الحالة البدئية t=0 x = 0
$n(Mg) = 2,50.10^{-2} - x$	$n(H^+) = 8,0.10^{-2} - 2x$		x	x	حالة مرحلية t x
$n_f(Mg) = 2,50.10^{-2} - x_{\max}$	$n_f(H^+) = 8,0.10^{-2} - 2x_{\max}$		$x_{\max}$	$x_{\max}$	الحالة النهائية x = $x_{\max}$

2.4. تحديد التقدم الأقصى $x_{\max}$ والحالة النهائية :

لتعرف على الحالة النهائية للمجموعة، يجب تحديد التقدم الأقصى $x_{\max}$ ، ويمكن تحديده بإحدى الطرق التالية :

2.4.1. الطريقة الحسابية :

في كل لحظة من مدة تطور التفاعل يجب أن تكون كميات مادة المتفاعلات موجبة أو منعدمة .

$$n(Mg) \geq 0 \Rightarrow 2,50.10^{-2} - x \geq 0 \Rightarrow x \leq 2,50.10^{-2} mol$$

$$n(H^+) \geq 0 \Rightarrow 8,0.10^{-2} - 2x \geq 0 \Rightarrow x \leq 4,0.10^{-2} mol$$

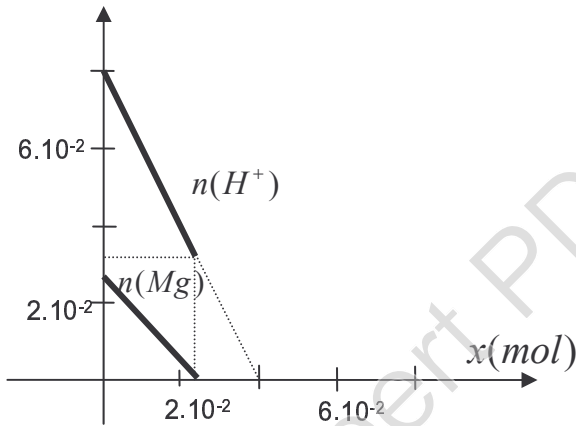
يجب أن يتحقق هذان الشرطان في نفس الوقت ، نستنتج أن $x \leq 2,50.10^{-2} mol$ إذن $x_{\max} = 2,50.10^{-2} mol$.

ثم نحدد كميات المادة النهائية لكل من الأنواع الكيميائية بتعويض $x_{\max}$ بقسمتها في الجدول:

نستنتج أن Mg هو المتفاعل المحد للتفاعل لكون كمية مادته تنعدم ، فيتوقف التفاعل .

معادلة التفاعل	$Mg(s)$	$+ 2H^+(aq)$	$\rightarrow$	$Mg^{2+}(aq)$	$+ H_2(g)$
الحالة البدئية	$n_i(Mg) = 2,50.10^{-2} mol$	$n_i(H^+) = 8,0.10^{-2} mol$		0	0
حالة مرحلية	$n(Mg) = 2,50.10^{-2} - x$	$n(H^+) = 8,0.10^{-2} - 2x$		x	x
الحالة النهائية	$n_f(Mg) = 0$	$n_f(H^+) = 3,0.10^{-2} mol$		$2,5.10^{-2} mol$	$2,5.10^{-2} mol$

2.4.2. الطريقة الميانية :



نبدأ بالتمثيل المياني للدالتين : $n(Mg) = 2,50.10^{-2} - x$

$$n(H^+) = 8,0.10^{-2} - 2x \quad \text{و}$$

أثناء التحول ، تزايد قيمة x وتناقص $n(Mg)$ و $n(H^+)$.

يتوقف التفاعل عندما يختفي أحد المتفاعلين، أي عندما يتقاطع أحد الميانيين مع محور الأفاصيل .

في هذه الحالة يتوقف التفاعل عندما يختفي Mg أي عند

القيمة $x = 2,50.10^{-2} mol$ إذن Mg هو المتفاعل

المحد و $x_{\max} = 2,50.10^{-2} mol$.

2.4.3. طريقة الخليط التناسبي :

إذا اعتبرنا أن الخليط تناسبي ، فإن المتفاعلات تختفيان في نفس الوقت ،

$$n(H^+) = 0 \Rightarrow n_i(H^+) - 2x = 0 \Rightarrow x = \frac{n_i(H^+)}{2}$$

$$n(Mg) = 0 \Rightarrow n_i(Mg) - x = 0 \Rightarrow x = n_i(Mg)$$

نستنتج أن : $n_i(Mg) = \frac{n_i(H^+)}{2}$ هذه العلاقة تحقق الخليط التناسبي كيفما كانت كميات مادة المتفاعلات

$$n_i(H^+) = 8,0.10^{-2} mol \Rightarrow n_i(Mg) = \frac{8,0.10^{-2}}{2} mol = 4,0.10^{-2} mol \quad \text{البدئية.}$$

ك. درس 04 1 باك تتبع تطور تحول كيميائي

بما أن كمية مادة Mg البدئية أقل من $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ ، فإن Mg سيختفي كليا و بالتالي قيمة $x_{\max}$ تحدد انطلاقا من العلاقة $n_i(\text{Mg}) - x_{\max} = 0$ أي $x_{\max} = n_i(\text{Mg})$ وبالتالي $x_{\max} = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

- تحديد حجم غاز الهيدروجين الناتج و تركيز أيونات Mg^{2+} في المحلول النهائي:

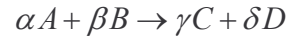
علما أنه في ظروف التجربة، الحجم المولي هو $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$:

$$v(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = x \cdot V_m \Rightarrow v(\text{H}_2) = 2,50 \cdot 10^{-2} \cdot 24 = 0,60 \text{ l}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{n_f(\text{Mg}^{2+})}{V} = \frac{x}{V} \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = \frac{2,50 \cdot 10^{-2}}{40 \cdot 10^{-3}} = 6,25 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. دراسة تطور تفاعل، الحالة العامة:

3.1. معادلة التفاعل:



A و B تمثل المتفاعلات، C، D تمثل النواتج. α ، β ، γ و δ تمثل المعاملات التناسبية.

2-3 الجدول الوصفي لتتبع تطور التفاعل:

تمثل $n_i(A)$ و $n_i(B)$ كميات المادة البدئية للمتفاعلات. في بعض الحالات يمكن أن تحتوي المجموعة بدئيا على كمية من النواتج.

x و $x_{\max}$ تمثل على التوالي تقدم التفاعل والتقدم الأقصى للتفاعل. عندما يختفي أحد المتفاعلات أو كلاهما.

$n(A)$ ، $n(B)$ ، $n(C)$ و $n(D)$ كميات المادة للمتفاعلات والنواتج أثناء التفاعل.

$n_f(A)$ ، $n_f(B)$ ، $n_f(C)$ و $n_f(D)$ كميات المادة النهائية للمتفاعلات والنواتج.

الجدول الوصفي للتفاعل:

عندما يختفي $\alpha \text{ mol}$ من A، يختفي $\beta \text{ mol}$ من B ويتكون $\gamma \text{ mol}$ من C و $\delta \text{ mol}$ من D.

αA	+	βB	$\rightarrow$	γC	+	δD	معادلة التفاعل
$n_i(A)$		$n_i(B)$		$n_i(C)$		$n_i(D)$	الحالة البدئية
$n(A) = n_i(A) - \alpha \cdot x$		$n(B) = n_i(B) - \beta \cdot x$		$\gamma \cdot x$		$\delta \cdot x$	حالة وسطية
$n_f(A) = n_i(A) - \alpha \cdot x_{\max}$		$n_f(B) = n_i(B) - \beta \cdot x_{\max}$		$\gamma \cdot x_{\max}$		$\delta \cdot x_{\max}$	الحالة النهائية

3.2. تحديد التقدم الأقصى والحالة النهائية:

3.2.1. الطريقة الحسابية:

$$n_f(A) \geq 0 \Rightarrow n_i(A) - \alpha \cdot x \geq 0 \Rightarrow x \leq \frac{n_i(A)}{\alpha}$$

$$n_f(B) \geq 0 \Rightarrow n_i(B) - \beta \cdot x \geq 0 \Rightarrow x \leq \frac{n_i(B)}{\beta}$$

- في حالة $\frac{n_i(A)}{\alpha} < \frac{n_i(B)}{\beta}$: A هو المتفاعل المحد إذن:

$$n_f(A) = 0 \Rightarrow n_i(A) - \alpha x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = \frac{n_i(A)}{\alpha}$$

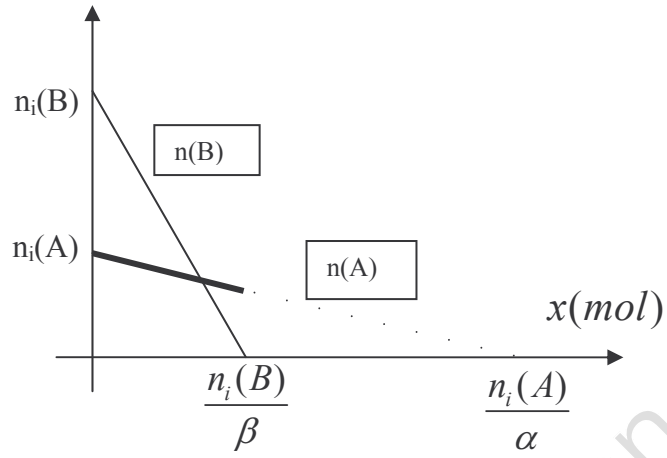
- في حالة $\frac{n_i(B)}{\beta} < \frac{n_i(A)}{\alpha}$: B هو المتفاعل المحد إذن:

$$n_f(B) = 0 \Rightarrow n_i(B) - \beta x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = \frac{n_i(B)}{\beta}$$

- في حالة : المتفاعلات محدان، الخليط تناسبي إذن: $x_{\max} = \frac{n_i(A)}{\alpha} = \frac{n_i(B)}{\beta}$

3.2.2. الطريقة الميانية :

نمثل الميانيين التاليين : $n(A) = n_i(A) - \alpha x$ و $n(B) = n_i(B) - \beta x$



في هذه الحالة المتفاعل المحد هو B و $x_{\max} = \frac{n_i(B)}{\beta}$