

تتبع تحول كيميائي

I - التحول الكيميائي - التفاعل الكيميائي -

(1) التحول الكيميائي

التحولات الكيميائية هي تحولات تطرأ بين أنواع كيميائية -تحتفي كليا أو جزئيا - في ظروف معينة تسمى بالمتفاعلات وتؤدي إلى تكون أنواع كيميائية جديدة تسمى بالنواتج .

نسمي **المجموعة الكيميائية** : مجموع الأنواع الكيميائية المتواجدة في وسط التفاعل .

ملحوظة : خلال التحول الكيميائي قد نجد أحيانا بعض الأنواع الكيميائية لا تطرأ عليها أي تحول ، تسمى بأنواع كيميائية غير نشطة .

(2) الحالة البدئية - حالة التحول والحالة النهائية

- الحالة البدئية : هي حالة المجموعة الكيميائية قبل انطلاق التحول.

- الحالة التحول : هي حالة المجموعة الكيميائية في لحظة معينة خلال التحول.

- الحالة النهائية : هي حالة المجموعة الكيميائية عند انتهاء التحول.

(3) التفاعل الكيميائي ومعادلته

التفاعل الكيميائي هو نموذج وصفي للتحول الكيميائي على المستوى الماكروسكوبي.

المعادلة الكيميائية هي كتابة رمزية لتفاعل كيميائي

في المعادلة الكيميائية: - يمثل كل نوع كيميائي بصيغته الكيميائية .

- نستعمل سهما موحها من اليمين إلى اليسار لتمثيل منحى التفاعل الكيميائي.

- توضع صيغ المتفاعلات على اليسار وصيغ النواتج يمين السهم .

- ويجب أن تكون المعادلة الكيميائية متوازنة . وبصفة عامة تكتب معادلة التفاعل كما يلي:



A و B المتفاعلات . C و D نواتج التفاعل .

α و β و γ و δ أعداد صحيحة تسمى **المعاملات الستوكيومترية** .

III - تقدم التفاعل - الجدول الوصفي لتقدم التفاعل

(1) تقدم التفاعل

لتتبع تطور كميات مادة الأنواع الكيميائية المشاركة في التفاعل الكيميائي نستعمل **تقدم التفاعل** الذي يُرمز إليه ب: x ويعبر عنه بالمول . وهو يمثل كمية مادة المتفاعلات المختفية و كمية مادة النواتج المكونة حسب المعاملات الستوكيومترية.

(2) جدول تقدم التفاعل

لتتبع تطور التفاعل نشئ جدول وصفي باستعمال تقدم التفاعل يسمى: **جدول تقدم التفاعل** . وبصفة عامة لرسم جدول تقدم تفاعل معين يجب كتابة معادلة التوازن متوازنة . ثم رسم الجدول بالطريقة التالية :

$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$				معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول				التقدم	الحالات
$n_i(A)$	$n_i(B)$	0	0	0	الحالة البدئية
$n_i(A) - \alpha.x$	$n_i(B) - \beta.x$	$\gamma.x$	$\delta.x$	x	حالة التحول
$n_i(A) - \alpha.x_f$	$n_i(B) - \beta.x_f$	$\gamma.x_f$	$\delta.x_f$	x_f	الحالة النهائية

(أ) تعريف

(3) التقدم الأقصى

نسمي **التقدم الأقصى** الذي يُرمز إليه ب: x_{max} : تقدم التفاعل الذي يوافق الاختفاء الكلي للمتفاعل المحدد .

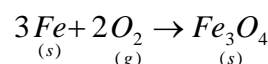
(ب) تطبيق رقم 1

يحترق الحديد Fe الصلب في غاز ثنائي الأوكسجين O_2 وينتج عن هذا التفاعل أكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 الصلب.

(1) اكتب معادلة التفاعل ووازنها.

(2) ارسم جدول تقدم التفاعل بالنسبة لخليط بدئي مكون من $3mol$ من الحديد و $4mol$ من O_2 .

(3) حدد التقدم الأقصى والمتفاعل المحدد .



(1) معادلة التفاعل :

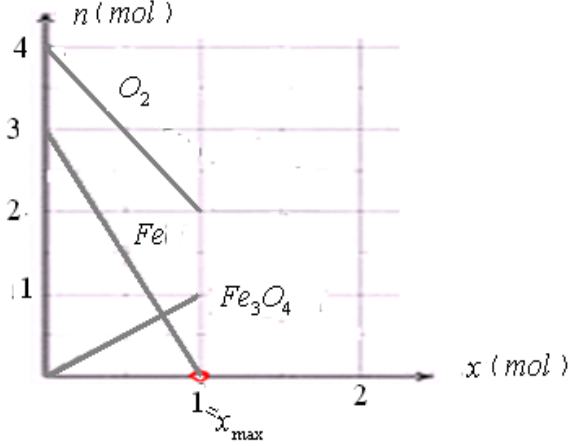
(2) جدول تقدم التفاعل :

3 Fe + 2 O ₂ -----> Fe ₃ O ₄			معادلة التفاعل	
كمية المادة : mol			الحالات	
3	4	0	0	الحالة البدئية
3 - 3x	4 - 2x	x	x	حالة التحول
3 - 3x _{max}	4 - 2x _{max}	x _{max}	x _{max}	الحالة النهائية
3 - 3×1 = 0	4 - 2×1 = 2	1	1	

(3) إذا افترضنا أن Fe هو المحد : $3 - 3x_{\max} = 0 \Rightarrow 3x_{\max} = 3$ أي : $x_{\max} = 1 \text{ mol}$

إذا افترضنا أن O₂ هو المحد : $4 - 2x_{\max} = 0 \Rightarrow 2x_{\max} = 4$ أي : $x_{\max} = 2 \text{ mol}$

بما أن : 1mol أصغر من 2mol فإن التقدم الأقصى لهذا التفاعل : $x_{\max} = 1 \text{ mol}$ وبالتالي المتفاعل المحد هو : Fe .
التفسير المبياني : نحصل عليه بتمثيل كمية مادة المتفاعلات المتبقية خلال التحول بدلالة تقدم التفاعل .
وكمية مادة النواتج المتكونة خلال التحول بدلالة تقدم التفاعل .



يجب عدم تمديد الخطوط بعد x_{\max} لأن التفاعل يتوقف عند هذه القيمة ويصبح تركيب الخليط في نهاية التفاعل كما يلي :

$n_f(Fe) = 0$ المتبقية : و $n_f(O_2) = 2 \text{ mol}$ المتبقية : و $n_f(Fe_3O_4) = 1 \text{ mol}$ المتكون

ملحوظة : إذا انطلقنا في البداية من خليط مكون من 6mol من Fe و 4mol من O₂ نجد نفس $x_{\max} = 2 \text{ mol}$ في هذه الحالة المتفاعلين كلاهما محد . نقول أن الخليط البدئي ستوكيومترى .

ج) تطبيق رقم 2

علما بالاحتراق الكامل لغاز البنتان C₅H₁₂ في غاز ثنائي الأوكسجين O₂ يؤدي لتكون ثاني أكسيد الكربون CO₂ والماء .

- 1) اكتب معادلة هذا التفاعل ووازنها .
- 2) ارسم جدول تقدم عند استعمال 10mol من C₅H₁₂ و 40mol من O₂ . ثم حدد التقدم الأقصى .
- 3) ارسم المنحنى المعبر عن التفسير المبياني لهذا التحول .

(1) معادلة التفاعل : $C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$

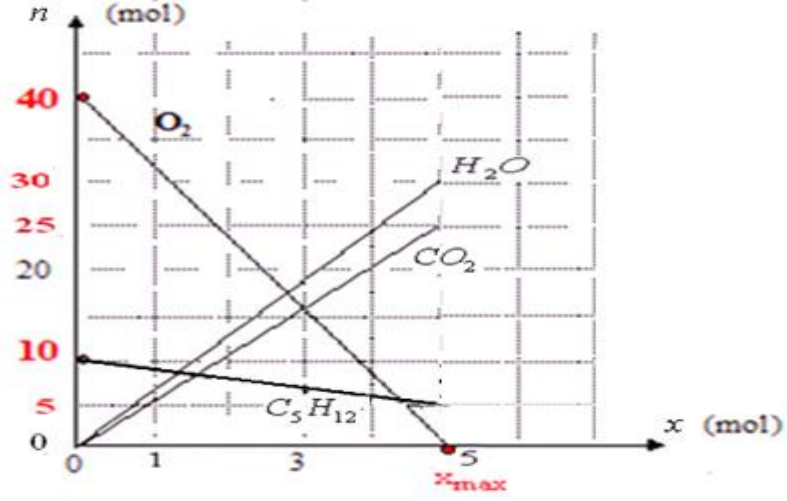
(2) جدول تقدم التفاعل :

C ₅ H ₁₂ + 8O ₂ -----> 5CO ₂ + 6H ₂ O				معادلة التفاعل	
كمية المادة : mol				الحالات	
10	40	0	0	0	الحالة البدئية
10 - x	40 - 8x	5x	6x	x	حالة التحول
10 - x _{max}	40 - 8x _{max}	5x _{max}	6x _{max}	x _{max}	الحالة النهائية
10 - 5 = 5	40 - 8×5 = 0	5×5 = 25	6×5 = 30	5	

(3) إذا افترضنا أن C₅H₁₂ هو المحد : $10 - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = 10$

إذا افترضنا أن O₂ هو المحد : $40 - 8x_{\max} = 0 \Rightarrow 8x_{\max} = 40$ أي : $x_{\max} = 5 \text{ mol}$

بما أن : 5mol أصغر من 10mol فإن التقدم الأقصى لهذا التفاعل : $x_{\max} = 5 \text{ mol}$ وبالتالي المتفاعل المحد هو : O₂ .

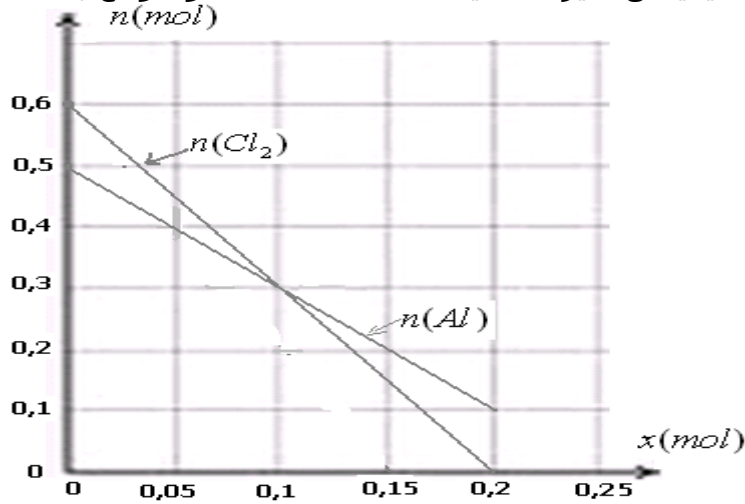


يجب عدم تمديد الخطوط بعد x_{max} لأن التفاعل يتوقف عند هذه القيمة ويصبح تركيب الخليط في نهاية التفاعل كما يلي :
 $n_f(H_2O) = 30mol$ و $n_f(CO_2) = 25mol$ و $n_f(C_5H_{12}) = 5mol$ و $n_f(CO_2) = 25mol$

(د) تطبيق رقم 3

يتفاعل الألومينيوم Al مع غاز ثنائي الكلور Cl_2 فينتج عنه كلورور الألومينيوم $AlCl_3$. معادلة التفاعل تكتب كما يلي : $Al + Cl_2 \rightarrow AlCl_3$

نعطي المنحنى المبياني الذي يمثل تغيرات كميات مادة المتفاعلات والنواتج بدلالة تقدم التفاعل .



- (1) وازن المعادلة ثم أنشئ جدول تقدم التفاعل .
- (2) حدد التقدم الأقصى والمتفاعل المحد.
- (3) مثل على المبيان تغيرات كلورور الألومينيوم و أعط تركيب الخليط عند نهاية التفاعل .

معادلة التفاعل				
$2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$			التقدم	الحالات
كميات المادة بالمول				
0,5	0,6	0	0	الحالة البدئية
$0,5 - 2x$	$0,6 - 3x$	$2x$	x	حالة التحول
$0,5 - 2x_{max}$	$0,6 - 3x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}	الحالة النهائية
0,1	0	0,4	0,2	

III : تحديد ضغط غاز ناتج عن تفاعل كيميائي

(1) تجربة

عند الظروف التجريبية التالية : درجة الحرارة $\theta = 20^\circ C$ و تحت الضغط الجوي $P_{atm} = 1013 hPa$ ندخل كتلة $m = 32,7mg$ من مسحوق الزنك في حوالة حجمها $500mL$ ثم نضيف إليها حجما $V = 10mL$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $c = 0,5mol/L$.

فيحدث داخل الحوالة التفاعل التالي : $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

(2) توقع ضغط الغاز الناتج عن التجربة

- يمكن توقع الضغط النهائي لغاز ثنائي الهيدروجين الناتج عن هذا التفاعل باستعمال طريقتين :
- إما تجريبيا باستعمال جهاز قياس الضغط .
 - أو نظريا باستعمال جدول تقدم التفاعل.



الطريقة الأولى :

نسجل الضغط النهائي P_f عند انتهاء انطلاق ضغط غاز ثنائي الهيدروجين بحيث يشير الجهاز إلى القيمة $P_f = 1038 \text{ hPa}$.

الطريقة الثانية :

$$n_o(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{32,7 \cdot 10^{-3}}{65,4} = 0,5 \text{ m.mol} : \text{ كمية مادة الزنك البدئية}$$

$$n_o(\text{H}^+) = c \cdot V = 0,5 \times 10 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ m.mol} : \text{ كمية مادة } \text{H}^+ \text{ البدئية}$$

ننشئ جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل				التقدم	الحالات
Zn	+	2H^+	$\rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$		
كميات المادة ب (m.mol)					
0,5		5		0	الحالة البدئية
$0,5 - x$		$5 - 2 \cdot x$	x	x	حالة التحويل
$0,5 - x_{\text{max}}$		$5 - 2 \cdot x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
0		4	0,5	0,5	

$$x_{\text{max}} = 0,5 \text{ m.mol} \Leftrightarrow 0,5 - x_{\text{max}} = 0 : \text{ إذا افترضنا أن Zn هو المحد}$$

$$x_{\text{max}} = 2,5 \text{ m.mol} \Leftrightarrow 5 - 2 \cdot x_{\text{max}} = 0 : \text{ إذا افترضنا أن } \text{H}^+ \text{ هو المحد}$$

بما أن : $0,5 \text{ m.mol}$ أصغر من $2,5 \text{ m.mol}$ فإن التقدم الأقصى لهذا التفاعل : $x_{\text{max}} = 0,5 \text{ mol}$ وبالتالي المتفاعل المحد هو : Zn .

من خلال جدول تقدم التفاعل : كمية مادة غاز H_2 الناتج عند نهاية التفاعل :

بتطبيق علاقة الغازات الكاملة على غاز H_2 الذي يشغل الحجم المتبقي في الحوجلة : $V(\text{H}_2) = 500 - 10 = 490 \text{ mL} = 460 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

$$P_{(\text{H}_2)} \cdot V_{(\text{H}_2)} = n_{(\text{H}_2)} \cdot R \cdot T \quad \text{ومنه} \quad P_{(\text{H}_2)} = \frac{n_{(\text{H}_2)} \cdot R \cdot T}{V_{(\text{H}_2)}} = \frac{0,5 \times 10^{-3} \times 8,314 \times 293}{490 \times 10^{-6}} = 2485,7 \text{ Pa} \approx 25 \text{ hPa}$$

والضغط النهائي داخل الحوجلة : $P_f = P_{(\text{H}_2)} + P_{\text{atm}} = 25 + 1013 = 1038 \text{ hPa}$ وهي توافق النتيجة المحصل عليها تجريبيا.

التوجيهات المتعلقة بالدرس :

تطبيقات لتتبع تحول كيميائي.

- تطور مجموعة خلال تحول كيميائي: التقدم والجدول الوصفي للتطور وحصيلة المادة.

المحتوى	أنشطة مقترحة	معارف ومهارات
<ul style="list-style-type: none"> تطبيقات لتتبع تحول كيميائي تطور مجموعة خلال تحول كيميائي التقدم والجدول الوصفي وحصيلة المادة 	<ul style="list-style-type: none"> إجراء تحول كيميائي يتكون خلاله ناتج في الحالة الغازية. إجراء، كلما أمكن، روائز تعرف المتفاعلات والناتج قياس، عند درجة حرارة ثلثة، حجم غاز (الضغط معروف) أو ضغط غاز (الحجم معروف). استعمال مقومتر مطلق أو فرقي لقياس تغير الضغط خلال التحول. حساب كمية مادة غازية. إجراء تدرجية من أجل أن يلاحظ استهلاك المواد المتفاعلة. 	<ul style="list-style-type: none"> وصف تطور كميات المادة في مجموعة كيميائية خلال تحول بدلالة تقدم التفاعل. تحديد المتفاعل المحد انطلاقا من معرفة معادلة التفاعل وكميات المادة البدئية للمتفاعلات. توقع الحجم النهائي (الضغط معروف) أو الضغط النهائي (الحجم معروف) لمجموعة تتلح كمية المادة (الضغط معروف) عند درجة حرارة ثلثة T.

التجارب	الأهداف
تتبع تحول كيميائي بواسطة قياس الضغط.	<ul style="list-style-type: none"> قياس تغير ضغط غاز ناتج بدلالة حجم المتفاعل المضاف تتبع تطور كميات مادة المتفاعلات والناتج.

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc
Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

وإن هُما مَحْضَاكَ النَّصِيحَ فَاتَمِّمْهُم
فَأَنْتَ تَعْرِفُ كَيْدَ الْخَصْمِ وَالْحَكْمَ
البوصيري

وخالِفِ النَّفْسَ وَالشَّيْطَانَ وَأَعْصِمَهُمَا
وَلَا تَطِعْ مِنْهُمَا خَصْمًا وَلَا حَكَمًا