

التمرين 01

- 1 - يدلّ الصدأ على أن الحديد تفاعل مع ثنائي الأكسجين .
- 2 - معادلة التفاعل الكيميائي : $4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$
- 3 - تفاعل بطيء .

التمرين 02

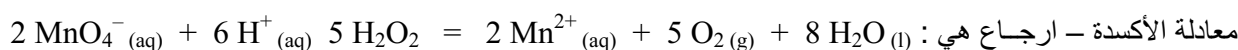
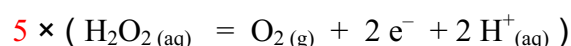
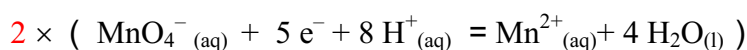
- 1 - الثنائيتان هما : I_2 / I^- و $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- 2 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما :
 $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- = 2 \text{I}^-$
 $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{e}^-$
- 3 - معادلة الأكسدة - إرجاع :
 $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{I}^-$
- 4 - قبل التكافؤ يزول لون ثنائي اليود كلما امتزج مع ثيوكبريتات الصوديوم (ثنائي اليود هو المتفاعل المحدّث) . ولما نصل للتكافؤ فأية قطرة إضافية منه تنزل للكأس يستقر لونها الأسمر .

التمرين 03

- 1 - يحدث التفاعل بين الثنائيتين Ox/Rd : I_2 / I^- و $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} / \text{SO}_4^{2-}$
- 2 - المعادلتان النصفيتان :
 $2 \text{I}^- = \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^- = 2 \text{SO}_4^{2-}$
- 3 - معادلة الأكسدة - إرجاع :
 $2 \text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(\text{aq})} = \text{I}_{2(\text{aq})} + 2 \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$
- 4 - سبب ظهور اللون الأسمر هو تشكل ثنائي اليود I_2 .

التمرين 04

- 1 - الغاز الذي ينطلق هو غاز ثنائي الأكسجين O_2 . نكشف عنه مثلاً بإشعال عود ثقاب ثم إطفائه وإدخاله مباشرة في أنبوب التجربة فنلاحظ أن جمرته تزداد توهجا .
 - 2 - نعم أن شاردة البرمنغنات هي مؤكسد قوي ، إذن في هذه الحالة الماء الأوكسجيني يلعب دور مرجع .
- الثنائيتان هما : $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ و $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$
- المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما :



التمرين 05

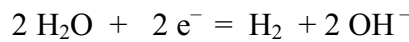
1 - الغاز المنطلق هو غاز ثنائي الهيدروجين H_2 . نكشف عنه مثلاً بتقريب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوب بعد سده لبعض الدقائق حتى تتجمع كمية معتبرة منه ، تحدث فرقة ناتجة عن تفاعل ثنائي الهيدروجين مع ثنائي الأكسجين الموجود في الهواء .

2 - المرجع هو الصوديوم Na

المؤكسد هو الماء

3 - الثنائيتان هما : Na^+ / Na و H_2 / H_2O

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما : $2 \times (Na = Na^+ + e^-)$

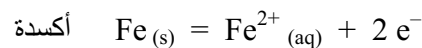


معادلة الأكسدة إرجاع : $2 Na_{(s)} + 2 H_2O_{(l)} = 2 Na^+_{(aq)} + 2 OH^-_{(aq)} + H_{2(g)}$

التمرين 06

1 - الثنائيتان هما : Fe^{2+} / Fe و Cu^{2+} / Cu

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما : إرجاع $Cu^{2+}_{(aq)} + 2 e^- = Cu_{(s)}$



معادلة الأكسدة - إرجاع هي : $Cu^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

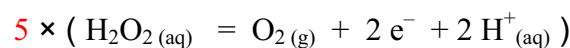
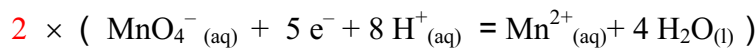
2 - يدلّ زوال اللون الأزرق على أن كل شوارد النحاس الثنائية قد تحوّلت إلى ذرات نحاس (نلاحظ لون أحمر فوق برادة الحديد الفائضة وهو لون النحاس) . هذا التفاعل سريع ، لا يدوم إلا بعض الثواني .

3 - لكي نكشف عن الشوارد المتشكلة نرشح ناتج التفاعل ونضيف للمحلول محلولاً لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)}$, $OH^-_{(aq)}$) فيتشكل راسب أخضر لهيدروكسيد الحديد الثنائي (معروف بلونه الخاص) $Fe(OH)_2$ ، دلالة على أن الشوارد الناتجة هي شوارد الحديد الثنائي (Fe^{2+}) .

التمرين 07

1 - الثنائيتان هما : MnO_4^- / Mn^{2+} و O_2 / H_2O_2

2 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما :



معادلة الأكسدة - إرجاع هي : $2 MnO_4^-_{(aq)} + 6 H^+_{(aq)} + 5 H_2O_2 = 2 Mn^{2+}_{(aq)} + 5 O_{2(g)} + 8 H_2O_{(l)}$

3 - نحن بمثابة معايرة محلول الماء الأكسوجيني بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم ، إذن المتفاعل المحد قبل التكافؤ هو برمنغنات البوتاسيوم .

قبل التكافؤ كلما تنزل كمية من برمنغنات البوتاسيوم يزول لونها لتفاعلها مع H_2O_2 (الشفاف) وظهور Mn^{2+} (الشفاف) . وعندما نبلغ التكافؤ ، أية قطرة زيادة من برمنغنات البوتاسيوم يستقر لونها لعدم وجود H_2O_2 لتتفاعل معه لأن هذا الأخير ينتهي عند التكافؤ . (عندما تجيب لست مطالباً بكل هذا الشرح ، بل قل فقط : عندما نبلغ التكافؤ يستقر اللون البنفسجي لبرمنغنات البوتاسيوم) .

معادلة التفاعل	$2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) + 5 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) = 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$						
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)					
الحالة الابتدائية	0	$n (\text{MnO}_4^-)$	$n (\text{H}^+)$	$n (\text{H}_2\text{O}_2)$	0	0	زيادة
الحالة الانتقالية	x	$n (\text{MnO}_4^-) - 2 x$	$n (\text{H}^+) - 6 x$	$n (\text{H}_2\text{O}_2) - 5 x$	$2 x$	$5 x$	زيادة
الحالة النهائية	x_E	$n (\text{MnO}_4^-) - 2 x_E$	$n (\text{H}^+) - 6 x_E$	$n (\text{H}_2\text{O}_2) - 5 x_E$	$2 x_E$	$5 x_E$	زيادة

5 - عند التكافؤ يكون لدينا : (1) $n (\text{MnO}_4^-) - 2x_E = 0$

(2) $n (\text{H}_2\text{O}_2) - 5x_E = 0$

نستخرج عبارة x_E من العلاقة (1) ونعوّضها في (2) ، نجد : $n (\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{5}{2} n (\text{MnO}_4^-)$ ، أي :

حيث V_E هو حجم برمنغنات البوتاسيوم المضاف عند التكافؤ . $C V = \frac{5}{2} C' V'_E$

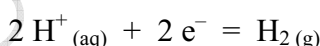
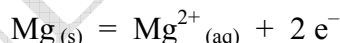
- 6

نحسب التركيز المولي لمحلول الماء الأكسوجيني : $C = \frac{5 C' V'_E}{2 V} = \frac{2,5 \times 0,13 \times 15,8}{25} = 0,20 \text{ mol / L}$

التمرين 08

1 - التنااتن هما : $\text{Mg}^{2+} (\text{aq}) / \text{Mg} (\text{s})$ و $\text{H}^+ (\text{aq}) / \text{H}_2 (\text{g})$.

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيّتان هما :



معادلة الأكسدة - إرجاع : $\text{Mg} (\text{s}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) = \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$

2 - نحسب كميتي مادة H^+ و Mg الابتدائيتين : $n (\text{H}^+) = C_1 V_1 = 1 \times 10 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$n (\text{Mg}) = \frac{36,45 \times 10^{-3}}{24,3} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

المتفاعل المحد : ننشئ جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$\text{Mg} (\text{s}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) = \text{Mg}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة (mol)			
الابتدائية	0	$1,5 \times 10^{-3}$	10^{-2}	0	0
الانتقالية	x	$1,5 \times 10^{-3} - x$	$10^{-2} - 2x$	x	x

من حل المعادلتين التاليتين نجد القيمة الصغرى لـ x هي الموافقة لكمية مادة المغنزيوم ، وبالتالي المغنزيوم هو المتفاعل المحد .

$$10^{-2} - 2x = 0 \quad , \quad 1,5 \times 10^{-3} - x = 0$$

القيمة الصغرى لـ x هي $1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ، وهي نفسها قيمة x_{\max} .

من الجدول لدينا $n(\text{H}_2) = x_{\max} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

من المعطيات لدينا بعد 15 mn كمية مادة ثنائي الهيدروجين هي : $n(\text{H}_2) = \frac{V_{\text{H}_2}}{V_m} = \frac{31 \times 10^{-3}}{22,4} = 1,38 \times 10^{-3} \text{ mol}$

وهذه القيمة أصغر من x_{\max} ، إذن التفاعل لم ينتهي بعد 15 mn .

التمرين 09

التفاعل نمذج بالمعادلة : $2A + B = C + D$ ، وهو من الشكل : $\alpha A + \beta B = \gamma C + \delta D$

لدينا العلاقة بين سرعات اختفاء وظهور الأفراد الكيميائية A ، B ، C ، D هي $\frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$.

في حالتنا هذه لدينا $\alpha = 2$ ، $\beta = \gamma = \delta = 1$ ،

$$v_C = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1} \quad , \quad \text{وبالتعويض :} \quad \frac{v_A}{2} = \frac{v_C}{1}$$

التمرين 10

1 - يُعتبر التفاعل بطيئاً (دقيقتان و 20 ثانية) .

$$(1) \quad v = -\frac{1}{V} \frac{\Delta n(\text{MnO}_4^-)}{\Delta t} \quad \text{2 - السرعة الحجمية المتوسطة :}$$

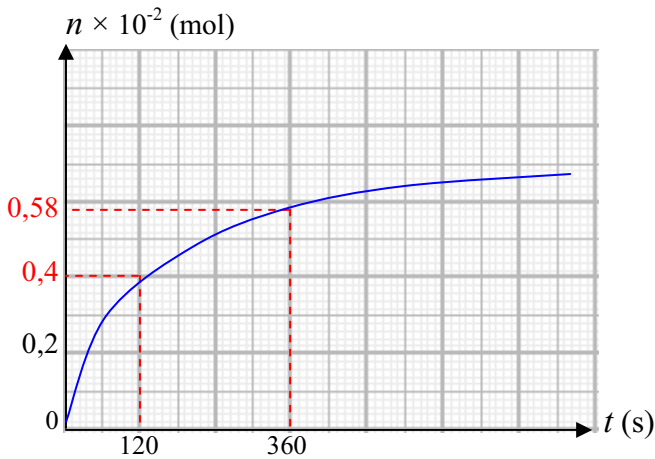
لدينا : $n(\text{MnO}_4^-) = C V = 0,01 \times 0,05 = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$$\text{بالتعويض في (1) :} \quad v = -\frac{1}{0,1} \frac{(0 - 5 \times 10^{-4})}{140} = 3,6 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

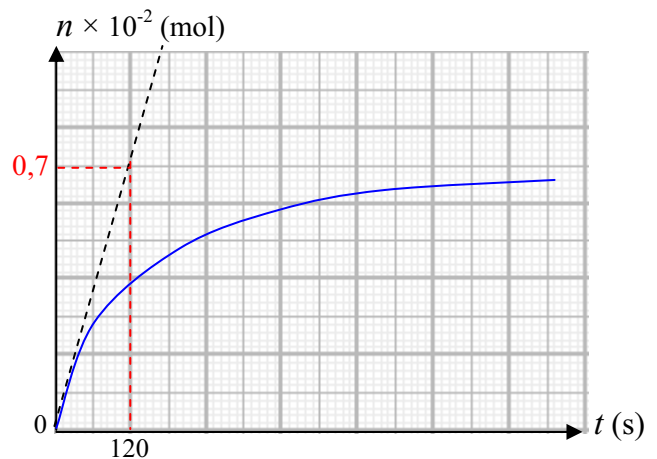
التمرين 11

1 - السرعة المتوسطة لتشكل $\text{CH}_3\text{-COO-C}_2\text{H}_5$ في المجال الزمني [120 , 360 s] هي :

$$(1 - \text{الشكل}) \quad v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{(0,58 - 0,40) \times 10^{-2}}{360 - 120} = 7,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$



الشكل - 1



الشكل - 2

2 - السرعة عند اللحظة $t = 0$: (المقصود السرعة اللحظية لتشكل $\text{CH}_3\text{-COO-C}_2\text{H}_5$)

$$v = \frac{(0,7 - 0) \times 10^{-2}}{120 - 0} = 5,8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} , \text{ (الشكل - 2) في المبدأ } n = f(t)$$

3 - زمن نصف التفاعل : لدينا $n_{\max} = 0,64 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من البيان ، ومنه $\frac{n_{\max}}{2} = 0,32 \times 10^{-2} \text{ mol}$. الزمن الموافق لهذه

القيمة على البيان هو $t_{1/2} = 60 \text{ s}$.

التمرين 12

1 - خاطئة (الصحيح : أكبر ما يمكن)

2 - خاطئة (الصحيح : تنتهي نحو الصفر)

3 - لكي نتأكد من صحة أو خطأ النتيجة نحسب ميل المماس للبيان في النقطة التي فاصلتها $t = 40 \text{ s}$ ، ثم نقسم النتيجة على حجم

$$V = V_1 + V_2 = 0,4 \text{ L}$$

$$(1) \quad v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{7,5 \times 10^{-3}}{64} = 1,17 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{mn}^{-1}$$

بالتعويض في (1) :

$$v = \frac{1}{0,4} \times 1,17 \times 10^{-4}$$

$$v = 2,92 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$$

يُعتبر الاقتراح صحيح .

(تتعلق النتيجة بالدقة في رسم المماس)

ملاحظة :

لا يمكن لكل التلاميذ أن يجدوا نفس قيمة الميل ، لأن

هذا راجع لدقة الرسم ، ولهذا في تصحيح

امتحان البكالوريا في هذه الحالة يُعطى

مجال لقيم الميل (مثلا من 5,5 إلى 5,8) . كل هذه القيم تعتبر صحيحة .

