

1- كمية المادة n :

يمكن حساب كمية مادة نوع كيميائي بإحدى العلاقات التالية:

$$n = \frac{m}{M} \quad \bullet \quad \text{تستخدم عادة في حالة نوع كيميائي صلب (صالحة لجميع الحالات الفيزيائية)}$$

مثال: قطعة من الحديد Fe كتلتها $m_{Fe} = 5,6g$ ، حيث: $M_{Fe} = 56g/mol$.

$$n_{Fe} = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} = \frac{5,6}{56} = 0,1mol$$

$$n = C.V \quad \bullet \quad \text{تستخدم في حالة المحاليل.}$$

مثال: محلول $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C = 10^{-1}mol/L$ و حجمه $V = 100mL$

$$n(OH^-) = C.V = 10^{-1}.100.10^{-3} = 10^{-2}mol$$

$$n = \frac{V_g}{V_M} \quad \bullet \quad \text{تستخدم في نوع كيميائي غازي.}$$

مثال: غاز O_2 حجمه $V = 1,12L$ علماً أن: $V_M = 22,4L/mol$

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_M} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05mol$$

$$n = \frac{P.V}{R.T} \quad \bullet \quad \text{تستخدم لما تعطى قيمة حجم و ضغط و درجة حرارة الغاز المثالي.}$$

مثال: غاز مثالي حجمه $V = 500mL$ و ضغطه $P = 1atm$ في درجة الحرارة $\theta = 25^\circ C$ حيث: $R = 8,314SI$
ملاحظة: يجب أن تكون الوحدات كما يلي:

$$P = 1atm = 1,013.10^5 Pa \quad \text{الضغط بوحدة الباسكال } Pa$$

$$V = 500mL = 500.10^{-6} = 5.10^{-4} m^3 \quad \text{الحجم بوحدة المتر مكعب } m^3$$

$$\theta = 25 + 273 = 298K \quad \text{درجة الحرارة بوحدة الكلفن } K$$

$$n = \frac{P.V}{R.T} = \frac{1,013.10^5.5.10^{-4}}{8,314.298} = 2.10^{-2}mol$$

2- المزيج الستوكيومتري.

من أجل تفاعل منمذج بالمعادلة الكيميائية:



$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$$

يكون المزيج الابتدائي ستوكيومتري إذا كان:

ملاحظة: لا يوجد متفاعل محدد في حالة المزيج الابتدائي الستوكيومتري.

3- تصنيف التحولات الكيميائية.

أ. تحولات سريعة.

ب. تحولات بطيئة: تستغرق من عدة ثواني إلى عدة ساعات.

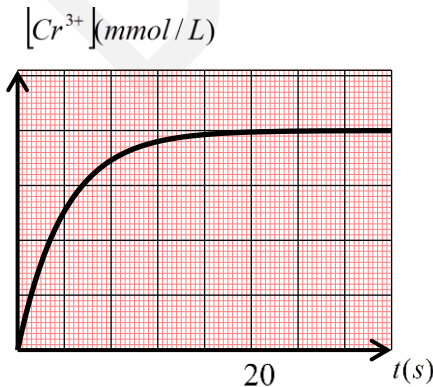
ج. تحولات بطيئة جداً.

ملاحظة: التحولات التي تدرس في هذه الوحدة هي: التحولات البطيئة.

مثال: باكالوريا 2012 علوم تجريبية م 1.

(س) كيف تصنف هذا التفاعل من حيث مدة استغراقه؟

(ج) التفاعل بطيء لأنه يستغرق حوالي 20 ثانية لبلوغ الحالة النهائية.



4- تفاعلات الأكسدة - إرجاع.

هي تفاعلات يحدث فيها انتقال إلكترونات من المرجع إلى المؤكسد.

الأكسدة: عملية فقدان إلكترون أو أكثر.

في عملية الأكسدة يكتب المرجع في جهة المتفاعلات.

الثنائية Ox/Red: يكتب المؤكسد دائما على يسار الخط المائل.

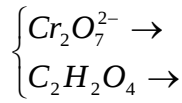
ملاحظة: بالنسبة للإرجاع: العملية العكسية للأكسدة.

مثال: بالكالوريا 2011 ع ت م 2.

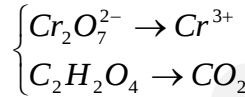
س) ندرس تطور التحول بين $Cr_2O_7^{2-}$ و $C_2H_2O_4$ ، أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة - إرجاع علما أن الثنائيين Ox/Red المشاركين هما: $CO_2 / C_2H_2O_4$ ، $Cr^{3+} / Cr_2O_7^{2-}$.

ج) تتبع الخطوات التالية.

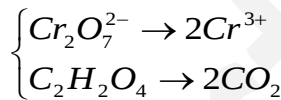
1. من سياق التمرين نفهم أن المتفاعلين هما: $Cr_2O_7^{2-}$ و $C_2H_2O_4$ ، إذن نكتبها على اليسار.



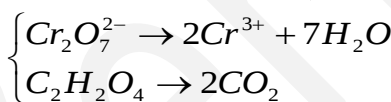
2. نكتب النوع المقابل له في الثنائية في الطرف الثاني للمعادلة.



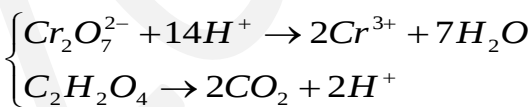
3. نبدأ بموازنة العناصر (ما عدا الأكسجين O والهيدروجين H) وذلك بتغيير العدد الستوكيومتري.



4. في المحاليل المائية نوازن الأكسجين O في كل معادلة بإضافة جزيء H_2O لكل ذرة O ناقصة.

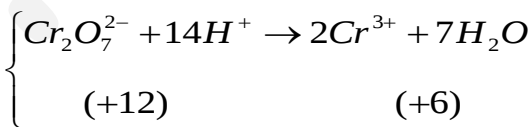


5. في الأوساط الحمضية نوازن الهيدروجين H بإضافة H^+ (أو بإضافة H_3O^+ على حسب التمرين)

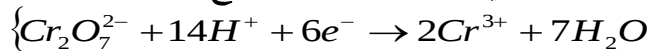


6. نوازن الشحنة بإضافة الإلكترونات (نضيف الإلكترونات إلى الطرف الأكثر إيجابا)

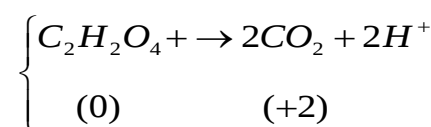
* بالنسبة للمعادلة النصفية الأولى.



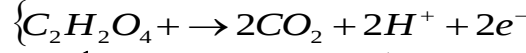
إذن: نضيف 6 إلكترونات إلى الطرف الأول في المعادلة النصفية الأولى فتصبح:



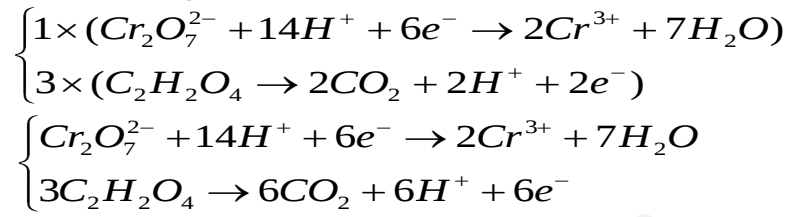
* بالنسبة للمعادلة النصفية الثانية.



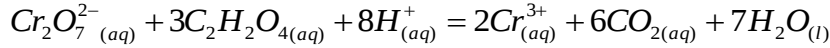
إذن: نضيف 2 إلكترون إلى الطرف الثاني في المعادلة النصفية الثانية فتصبح:



7. لحذف الإلكترونات نضرب المعادلتين في عدد طبيعي أصغري بحيث عند الجمع تختفي الإلكترونات.

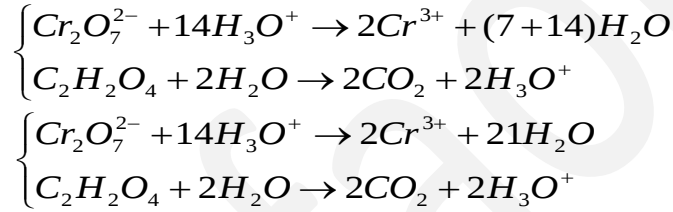


8. للحصول على المعادلة الإجمالية نجمع المعادلتين النصفيتين طرف إلى طرف ونختزل ما يمكن اختزاله من H^+ و H_2O في الطرفين.



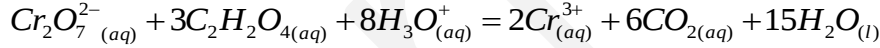
ملاحظة: في حالة الموازنة بـ H_3O^+ بدلا من H^+ .

نضيف التعديل التالي في الخطوة رقم 5: في مكان H^+ نضع H_3O^+ ولكن نضيف في الطرف الآخر H_2O بنفس المعامل الستوكيومترى لـ H^+ فتصبح كما يلي.



ثم نكمل جميع الخطوات المتبقية بنفس الطريقة.

أول: نقوم بهذا التعديل مباشرة في المعادلة الإجمالية بنفس الطريقة فتصبح كما يلي:



5- استنتاج الثنائيتين Ox/Red انطلاقا من المعادلة الإجمالية.

يجب أولا كتابة المعادلتين النصفيتين.

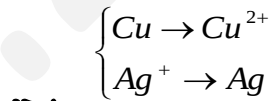
مثال: باكالوريا 2016 ع ت م 2

س) حدد الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل.



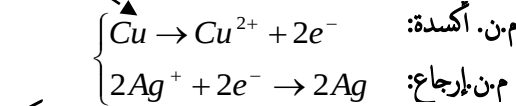
كتابة المعادلتين النصفيتين تتبع الخطوات التالية:

1- نكتب المتفاعلين في جهة اليسار دون معاملات ستوكيومترية.



مرجع

2- نقوم بموازنة المعادلتين النصفيتين.



مؤكسد

إذن الثنائيتان Ox/Red هما: Ag^+ / Ag ، Cu^{2+} / Cu

ملاحظة: المؤكسد دائما يكتب على يسار الخط المائل.

6- جدول تقدم التفاعل.

- الماء H_2O يكون دائما بوفرة في الوحدة الأولى (لأنه مذيب)

مثال 01: باكالوريا 2015 ع ت م 1.

	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_3O^+(aq) = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 6CO_{2(aq)} + 15H_2O_{(l)}$					
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة

ملاحظة:

حمض الكبريت ($2H_3O^+ + SO_4^{2-}$) المستعمل في هذا التفاعل لا يلعب دور وسيط لأنه شارك في التفاعل بالشاردة: H_3O^+

مثال 02: باكالوريا 2015 رياضي م 1.

	$S_2O_3^{2-}(aq) + 2H_3O^+(aq) = S_{(s)} + SO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$				
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2			بوفرة

ليس بوفرة

7- التقدم الأعظمي و المتفاعل المحد.

لتحديد قيمة التقدم الأعظمي هناك طريقتين.

• الطريقة 01: في حالة توفر كمية المادة للمتفاعلين، في هذه الحالة نستعين بجدول تقدم التفاعل فقط.

- نضع كمية مادة المتفاعلين في الحالة النهائية مساوية للصفر 0.

- نختار القيمة الدنيا لـ $x_{\max}$.

مثال: باكالوريا 2012 رياضي م 2.

	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_{2(aq)}$		
t_f	$C_1V_1 - x_{\max}$	$C_2V_2 - 2x_{\max}$	

حيث: $V_2 = 50mL$ و $C_2 = 0,2mol/L$ ، $V_1 = 50mL$ ، $C_1 = 3,2.10^{-1}mol/L$.

ملاحظة: يجب التركيز جيدا مع الوحدات.

الحجم يؤخذ بوحدة اللتر (L): $1mL \rightarrow 10^{-3}L$

$$\begin{cases} C_1V_1 - x_{\max} = 0 \rightarrow 3,2.10^{-1}.50.10^{-3} - x_{\max} = 0 \\ C_2V_2 - 2x_{\max} = 0 \rightarrow 0,2.50.10^{-3} - 2x_{\max} = 0 \end{cases}$$

إذن:

$$\begin{cases} x_{\max} = 1,6.10^{-2}mol \\ x_{\max} = 5.10^{-3}mol \end{cases}$$

ومنه:

$$x_{\max} = 5.10^{-3}mol$$

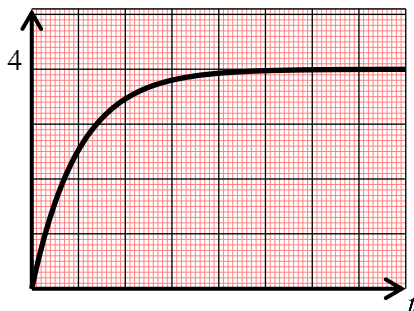
إذن:

• الطريقة 02: في حالة عدم توفر كمية مادة أحد المتفاعلين.

في هذه الحالة نستعين بجدول التقدم و ببيان أو جدول معطى.

مثال 01: باكالوريا 2011 ع ت م 2.

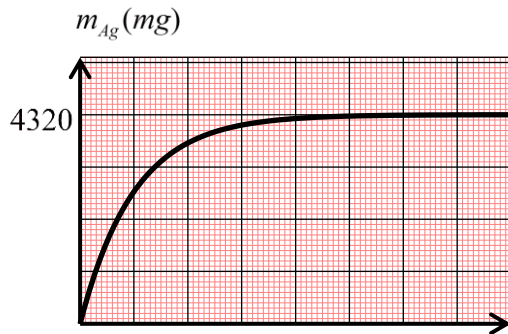
	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H^+(aq) = 2Cr^{3+}_{(aq)} + 6CO_{2(aq)} + 7H_2O_{(l)}$					
t_f	$C_1V_1 - x_{\max}$	$C_2V_2 - 3x_{\max}$	زيادة	$2x_{\max}$	$6x_{\max}$	زيادة

 $n(Cr^{3+})(mmol)$ في هذا التمرين قيمة C_2 مجهولة.من جدول التقدم و في الحالة النهائية: (1) $n_f(Cr^{3+}) = 2x_{\max}$ (2) $n_f(Cr^{3+}) = 4.10^{-3}mol$

من البيان:

$$x_{\max} = 2.10^{-3}mol$$

من 1 و 2 نجد:



مثال 02: باكالوريا 2016 ع ت م 2.

	$Cu_{(s)} + 2Ag^+ = Cu_{(aq)}^{2+} + 2Ag_{(s)}$			
t_f	$\frac{m}{M} - x_{\max}$	$C_0V - 2x_{\max}$	$x_{\max}$	$2x_{\max}$

في هذا التمرين قيمة C_0 مجهولة.

$$\left. \begin{aligned} n_f(Ag) &= 2x_{\max} \dots\dots\dots (1) \\ m_f(Ag) &= 4,320g \dots\dots\dots (2) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{من جدول التقدم في الحالة النهائية:} \\ \text{من البيان:} \end{array}$$

$$n_f(Ag) = \frac{m_f(Ag)}{M(Ag)} \quad \text{حيث:}$$

$$n_f(Ag) = \frac{4,320}{108} = 0,04mol \dots\dots\dots (*) \quad \text{ومنه:}$$

$$x_{\max} = 0,02mol \quad \text{بتعويض (*) في 1 نجد:}$$

8- التفاعل التام.

ندرس في الوحدة الأولى التفاعلات التامة فقط.

يكون التفاعل تام في حالتين:

- الحالة 01: ينتهي أحد المتفاعلين (يدعى المتفاعل المحد)
- الحالة 02: ينتهي المتفاعلاتن معا (لا يوجد متفاعل محدد)

9- التركيب المولي للمزيج .

يقصد به كمية المادة للمفاعلات و النواتج و الأنواع الكيميائية المتفرجة (غير الفعالة).

عادة ما يطلب حساب التركيب المولي للمزيج (حصيلة المادة) في الحالة النهائية، لأجل ذلك يجب أن تكون لدينا قيمة $x_{\max}$.

مثال: باكالوريا 2016 ع ت م 2.

(س) جد التركيب المولي (حصيلة المادة) في الحالة النهائية.

(ج) نشكل الجدول التالي، ونعوض بقيمة $x_{\max}$.

$$x_{\max} = 0,02mol$$

$n_f(Cu)$	$n_f(Ag^+)$	$n_f(Cu^{2+})$	$n_f(Ag)$	$n_f(NO_3^-)$
$\frac{m}{M} - x_{\max}$	$C_0V - 2x_{\max}$	$x_{\max}$	$2x_{\max}$	C_0V (ثابتة)
0,03mol	0	0,02mol	0,02mol	0,04mol

الحالة

10- علاقة التقدم بمقدار مقاس في الوسط التفاعلي.

للحصول على هذه العلاقة نلجأ للحالة الانتقالية في جدول التقدم.

مثال 01: باكالوريا 2010 ع ت م 1.

(س) استنتج العلاقة بين التقدم x و حجم غاز ثنائي الهيدروجين V_{H_2} المنطلق.

(ج)

	$Zn_{(s)} + 2H^+ = Zn_{(aq)}^{2+} + H_{2(g)}$		
الحالة الانتقالية $t \neq 0$			x

$$n_{H_2}(t) = x(t)$$

لدينا من جدول التقدم:

$$\frac{V_{H_2}(t)}{V_M} = x(t)$$

ومنه:

$$x(t) = \frac{1}{V_M} \cdot V_{H_2}(t) \quad \text{حيث: } V_M = 25L \cdot mol^{-1}$$

ومنه:

$$x(t) = 0,04 \cdot V_{H_2}(t)$$

إذن:

مثال 02: باكالوريا 2009 ع ت م 2.(س) أوجد العبارة الحرفية بين x و $n(H^+)$ و $n_0(H^+)$.

(ج)

	$CaCO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} = CO_{2(g)} + Ca^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
$t \neq 0$		$n_0(H^+) - 2x$		

$$n(H^+) = n_0(H^+) - 2x$$

لدينا من جدول التقدم:

$$x = \frac{n_0(H^+) - n(H^+)}{2} \quad \text{حيث: } n_0(H^+) = 10^{-2} mol$$

ومنه:

$$x = 5 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{2} n(H^+)$$

إذن:

مثال 03: باكالوريا 2012 رياضي م2.(س) بين أن التركيز المولي لثنائي اليود $I_{2(aq)}$ في لحظة t يعطى بالعلاقة: $[I_2] = \frac{C_1 V_1}{2} - \frac{[I^-]}{2}$ حيث: $V = V_1 + V_2$

(ج)

	$S_2O_8^{2-}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2SO_4^{2-}_{(aq)} + I_{2(aq)}$		
$t \neq 0$		$C_1 V_1 - 2x$	x

$$n(I_2) = x \quad \text{وكذلك: } n(I^-) = C_1 V_1 - 2x$$

لدينا من جدول التقدم:

$$n(I^-) = C_1 V_1 - 2n(I_2)$$

ومنه:

$$[I^-] = \frac{C_1 V_1}{V} - 2[I_2]$$

بالقسمة على الحجم الكلي V نجد:

$$[I_2] = \frac{C_1 V_1}{2V} - \frac{[I_2]}{2}$$

إذن:

مثال 04: باكالوريا 2008 ع ت م 1.(س) أكتب عبارة التركيز المولي لـ $[H_2O_2]$ في اللحظة t بدلالة: V_S ، V_M ، و V_{O_2} .

(ج)

	$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(aq)} + O_{2(g)}$		
$t \neq 0$	$n_0 - 2x$	$2x$	x

$$\begin{cases} n(H_2O_2) = n_0 - 2x \\ n(O_2) = x = \frac{V_{O_2}}{V_M} \end{cases} \quad \text{لدينا من جدول التقدم عند اللحظة } t:$$

$$[H_2O_2] = \frac{n_0 - 2x}{V_S} \quad \text{بالقسمة على حجم المزيج التفاعلي } V_S \text{ نجد:}$$

$$x = \frac{V_{O_2}}{V_M} \quad \text{حيث: } [H_2O_2] = \frac{n_0}{V_S} - \frac{2x}{V_S} \quad \text{ومنه:}$$

$$[H_2O_2] = [H_2O_2]_0 - \frac{2V_{O_2}}{V_M V_S} \quad \text{لذن:}$$

11- سرعة التفاعل.

لحساب السرعة نعلم دائما على البيان، وتبع الخطوات التالية:

- 1- نكتب أولا عبارة السرعة:
- 2- نلاحظ في البيان ماذا لدينا على محور الترتيب (كمية مادة n أو كتلة m أو حجم V أو تركيز $[]$ إلخ.....)
- 3- نستخرج عبارة تقدم التفاعل x بدلالة ما هو موجود على محور الترتيب (n ، m ، V ، $[]$...) اعتمادا على جدول التقدم (غالبا) أو على علاقة أعطيت أو طلب إيجادها سابقا.
- 4- نقوم بالاشتقاق ($\frac{dx}{dt} = \frac{d(\dots\dots\dots)}{dt}$) ، و بعد التبسيط نحصل على علاقة من الشكل:

$$v = \text{const.} \cdot \frac{dn}{dt} \quad \text{أو} \quad v = \text{const.} \cdot \frac{dm}{dt} \quad \text{أو} \quad v = \text{const.} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \quad \text{أو} \quad v = \text{const.} \cdot \frac{d[]}{dt} \quad \text{أو} \dots\dots\dots$$

حيث: const هو قيمة ثابتة.

ملاحظة:

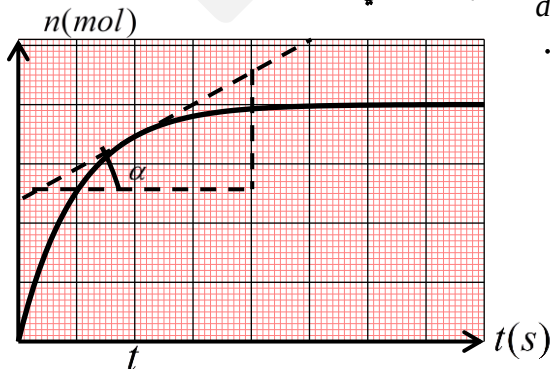
$$\frac{da}{dt} = 0 / a = \text{const} \quad \text{أ- مشتق ثابت يساوي الصفر 0:}$$

ب- مشتق ثابت ضرب متغير: نقوم بإخراج الثابت من عبارة المشتق كما يلي:

$$v = \frac{d(a \cdot n)}{dt} = a \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$v = \frac{d\left(\frac{\sigma}{a}\right)}{dt} = \frac{1}{a} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \quad \dots\dots\dots \quad \text{أو:}$$

$$5- \text{بالاعتماد على البيان نحسب: } \frac{dn}{dt} \quad \text{أو} \quad \frac{d\sigma}{dt} \quad \text{أو} \quad \frac{dV_E}{dt} \quad \text{أو} \quad \frac{dP}{dt} \quad \dots\dots \text{ وذلك كما يلي:}$$



أ- نقوم بإسقاط اللحظة t التي طلب عندها الحساب على البيان.

ب- نرسم المماس للبيان عند هذه النقطة.

ج- نشكل مثلث ونعين الزاوية α ثم نحسب الميل: $\tan \alpha$

د- قيمة $\tan \alpha$ تمثل قيمة المشتق ($\tan \alpha = \frac{d\dots}{dt}$)

هـ- وفي الأخير يكون لدينا: $v = \text{const.} \cdot \tan \alpha$

ملاحظة:

- وحدة السرعة تكون حسب و حدي المقدار الموجود على محور الترتيب و كذا وحدة الزمن، أي قد تكون: (mol / s) ، (mol / min) ، $(mmol / s)$ ، (mol / h)
- لا يجب تحويل السرعة إلى الوحدة الدولية (mol / s) لأنه لا يتم استعمالها في علاقات أخرى لاحقاً.

مثال: بالكلوريا 2016 ع ت م 1.

س) بين أن سرعة التفاعل في اللحظة t تعطى بالعلاقة: $v = \frac{1}{3V_M} \cdot \frac{dV_{H_2}}{dt}$ (ج)

	$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$				
$t \neq 0$				$3x$	

لدينا: $v(t) = \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots (*)$

لدينا من جدول التقدم في الحالة الانتقالية: $n(H_2) = 3x$

ومنه: $\frac{V_{H_2}}{V_M} = 3x$

إذن: $x = \frac{V_{H_2}}{3V_M}$

بالتعويض في (*) نجد: $v(t) = \frac{d(\frac{V_{H_2}}{3V_M})}{dt}$

نلاحظ أن : الثابت $\frac{1}{3V_M}$ مضروب في المتغير V_{H_2} إذن نقوم بإخراجه، فتصبح العلاقة كما يلي:

$$v(t) = \frac{1}{3V_M} \cdot \frac{dV_{H_2}}{dt} \quad \text{حيث: } V_M = 24L / mol$$

وهي من الشكل: $v = const. \cdot \frac{dV_{H_2}}{dt}$

في السؤال الذي يليه طلب حساب هذه السرعة عند اللحظة: $t = 300s$

تتبع نفس المراحل الموضحة في الخطوة 5 (أ-ب-ج-د-هـ) السابقة فنحصل على: $v = const. \tan \alpha$

12- السرعة الحجمية للتفاعل.

تعريف: هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم، وتعطى بالعلاقة: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$

لحساب السرعة الحجمية للتفاعل تتبع نفس خطوات حساب سرعة التفاعل فقط تقوم بالقسمة على الحجم الكلي للمزيج V_T .

مثال: باكالوريا 2013 رياضي م 1.

(س) بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل في أي لحظة t تكتب بالعلاقة:

$$v_{vol} = -\frac{1}{3} \cdot \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$$

(ج)

	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_4(aq) + 8H^+(aq) = 2Cr^{3+}(aq) + 6CO_2(aq) + 7H_2O(l)$					
$t \neq 0$		$C_1V_1 - 3x_{max}$				

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots (*)$$

لدينا:

$$n(C_2H_2O_4) = C_1V_1 - 3x_{max}$$

من جدول التقدم (في الحالة الانتقالية):

$$n(C_2H_2O_4) = [C_2H_2O_4]V_T$$

بوضع:

$$[C_2H_2O_4]V_T = C_1V_1 - 3x_{max}$$

نجد:

$$x = \frac{C_1V_1 - [C_2H_2O_4]V_T}{3}$$

ومنه:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{d\left(\frac{C_1V_1 - [C_2H_2O_4]V_T}{3}\right)}{dt}$$

باشتقاق الطرفين :

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{d\left(-\frac{[C_2H_2O_4]V_T}{3}\right)}{dt}$$

ومنه:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{3} \cdot V_T \cdot \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$$

إذن:

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \left(-\frac{1}{3} \cdot V_T \cdot \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt} \right)$$

بالتعويض في (*) نجد:

$$v_{vol} = -\frac{1}{3} \cdot \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$$

إذن:

مثال 02: باكالوريا 2015 رياضي م 1.

(س) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالشكل:

$$v_{vol}(t) = -\frac{1}{170V} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$$
(ج) في هذا التمرين قدمت علاقة بين x و σ كما يلي:

$$\sigma(t) = 20,6 - 170x \dots\dots\dots (*)$$

$$v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

لدينا :

$$x = \frac{20,6 - \sigma(t)}{170}$$

من العلاقة (*):

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{170} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$$

بالاشتقاق بالنسبة للزمن نجد:

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \left(-\frac{1}{170} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt} \right)$$

و منه:

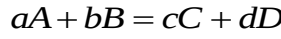
$$v_{vol}(t) = -\frac{1}{170V} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$$

إذن:

13- تطور سرعة التفاعل.

- سرعة التفاعل (أو السرعة الحجمية للتفاعل) تتناقص دوماً مع مرور الزمن.
- تفسير تناقص سرعة التفاعل.
- على المستوى العياني: يفسر تناقص السرعة بتناقص التراكيز المولية للمتفاعلات مع مرور الزمن.
- على المستوى المجهرى: يفسر تناقص السرعة بتناقص عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن مع مرور الزمن.
- بيانياً: يفسر تناقص السرعة بتناقص قيمة ميل المماس للمنحنى (بالقيمة المطلقة) مع مرور الزمن.

14- سرعة التشكل و سرعة الاختفاء.



من أجل التفاعل الممذج بالمعادلة الكيميائية:

$$v_A = -\frac{dn_A}{dt}$$

- سرعة اختفاء النوع الكيميائي A :

$$v_B = -\frac{dn_B}{dt}$$

- سرعة اختفاء النوع الكيميائي B :

$$v_C = \frac{dn_C}{dt}$$

- سرعة تشكل النوع الكيميائي C :

$$v_D = \frac{dn_D}{dt}$$

- سرعة تشكل النوع الكيميائي D :

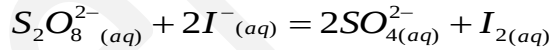
ملاحظة: السرعة مقدار موجب دوماً.

- علاقة السرعات.

$$v(t) = \frac{v_A}{A} = \frac{v_B}{B} = \frac{v_C}{C} = \frac{v_D}{D}$$

$$v_{vol}(t) = \frac{v_{vol}(A)}{A} = \frac{v_{vol}(B)}{B} = \frac{v_{vol}(C)}{C} = \frac{v_{vol}(D)}{D}$$

أو:



مثال:

(س) أحسب سرعة اختفاء I^- و سرعة تشكل I_2 .

$$v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = -\tan \alpha$$

(ج) لدينا:

$$v_{I_2} = \frac{dn_{I_2}}{dt} = \tan \beta$$

ملاحظة:

عادة ما يطلب حساب سرعة التشكل أو سرعة الاختفاء بعد حساب السرعة أو السرعة الحجمية للتفاعل، لأجل ذلك نعلم على علاقة السرعات.

مثال: باكالوريا 2015 رياضي م 2.

(س) - بين أنه يمكن كتابة عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بالشكل: $v_{vol} = -\frac{P}{VRT} \cdot \frac{dV_{H_2}}{dt}$ حيث: V حجم المزيج التفاعلي.

- أحسب قيمة السرعة الحجمية v_{vol} للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

- استنتج سرعة اختفاء شوارد H_3O^+ عند نفس اللحظة.

(ج)

- بالنسبة لاستنتاج سرعة اختفاء شوارد H_3O^+ .

$$v_{vol} = \frac{v_{vol}(H_3O^+)}{2}$$

لدينا حسب علاقة السرعات:

$$v_{vol}(H_3O^+) = 2.v_{vol} \quad \text{ومنه:}$$

لاحظ أنه طلب سرعة الاختفاء وليس السرعة الحجمية للاختفاء.

$$v_{vol}(H_3O^+) = \frac{v(H_3O^+)}{V} \quad \text{إذن: نضع}$$

$$\frac{v(H_3O^+)}{V} = 2.v_{vol} \quad \text{ومنه:}$$

$$v(H_3O^+) = 2V.v_{vol} \quad \text{إذن:}$$

ثم نعوض بقيمة v_{vol} المحسوبة في السؤال قبله.

$$v_{vol} = -\frac{P}{VRT} \cdot \frac{dV_{H_2}}{dt} \quad \text{ملاحظة: في العلاقة}$$

يعوض V بوحدة اللتر: L و V_{H_2} بوحدة المتر مكعب: m^3

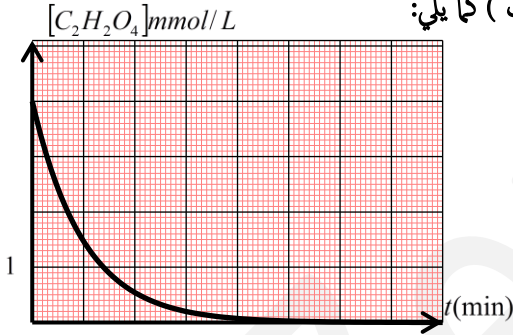
15- زمن نصف التفاعل.

تعريف: هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية (في التفاعلات التامة)
أو: هو المدة اللازمة لاستهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحد.

تعيين $t_{1/2}$ يكون دائما من البيان (مهما كان المقدار الموجود على محور الترتيب) كما يلي:

● الحالة 01: حالة تزايد البيان نحو قيمة ثابتة أو تناقصه نحو الصفر.

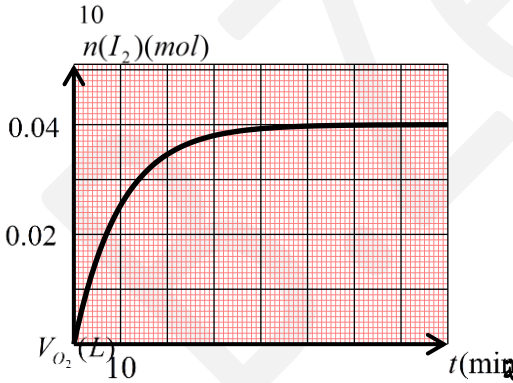
مثال 01:



$$\text{نقوم بإسقاط القيمة } \frac{[H_2C_2O_4]_0}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ mmol/L} \text{ على البيان}$$

$$\text{نجد: } t_{1/2} = 7 \text{ min}$$

مثال 02:



$$\text{نقوم بإسقاط القيمة } \frac{n_f}{2} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ mol} \text{ على البيان}$$

$$\text{نجد: } t_{1/2} = 7 \text{ min}$$

ملاحظة:

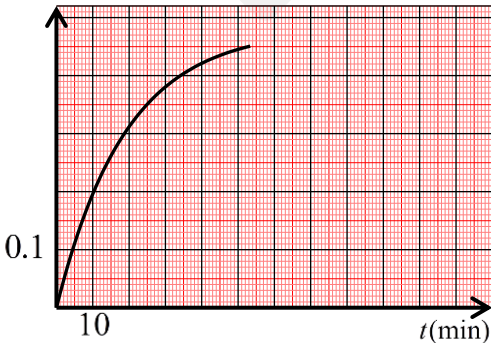
في حالة عدم بلوغ البيان للقيمة الثابتة، يجب حساب القيمة النهائية للمقدار الموجود على محور الترتيب، ثم إسقاط القيمة النهائية على البيان لإيجاد

$$\text{قيمة } t_{1/2} \text{ (بشرط تجاوز التفاعل قيمة التقدم } x = \frac{x_{\max}}{2} \text{)}$$

القيمة النهائية للمقدار لها علاقة مباشرة بالتقدم $x_{\max}$.

مثال:

في هذا التمرين طلب حساب حجم ثنائي الأكسجين في الحالة النهائية بالاعتماد على قيمة التقدم الأعظمي، فوجد: $V_f(O_2) = 0,48L$.



تقوم بإسقاط القيمة $\frac{V_f(O_2)}{2} = \frac{0,48}{2} = 0,24L$ على البيان نجد: $t_{1/2} = 14 \text{ min}$

الحالة 02: حالة تناقص البيان نحو قيمة ثابتة غير معدومة.

مثال 01:

في هذه الحالة نقوم بإسقاط القيمة:

$$\frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2} = \frac{2,5 + 1,05}{2} = 1,78 \text{ mS / m}$$

على البيان، نجد: $t_{1/2} = 6 \text{ min}$.

ملاحظة:

فيما يخص وحدات المقادير في عبارة الناقلية النوعية σ :

$$\sigma = [X^+] \lambda_{X^+} + [X^-] \lambda_{X^-}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma(S/m) \rightarrow [X^+](\text{mol}/m^3) \rightarrow \lambda_{X^+}(S.m^2/mol) \\ \sigma(S/m) \rightarrow [X^+](\text{mol}/L) \rightarrow \lambda_{X^+}(mS.m^2/mol) \end{array} \right.$$

أو:

مثال 02:

	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^-(aq) = 2SO_4^{2-}(aq) + I_{2(aq)}$	
$t \neq 0$		$n_0 - 2x$

(س)- أثبت أنه عند زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ يكون: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0 + n_f}{2}$

- أوجد قيمة $t_{1/2}$.

(ج)

- لدينا من جدول التقدم: $n_{I^-}(t) = n_0 - 2x(t) \dots (*)$

لما: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$ يكون: $t = t_{1/2}$

بالتعويض في (*): نجد: $n_{I^-}(t_{1/2}) = n_0 - 2 \cdot \frac{x_{\max}}{2}$

ومنه: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{2n_0 - 2x_{\max}}{2}$

ومنه: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0 + n_0 - 2x_{\max}}{2}$ حيث: $n_f = n_0 - 2x_{\max}$

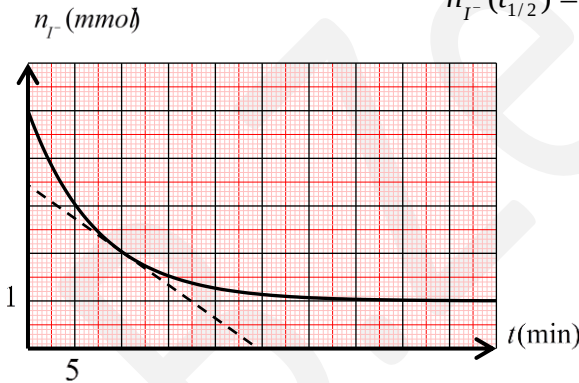
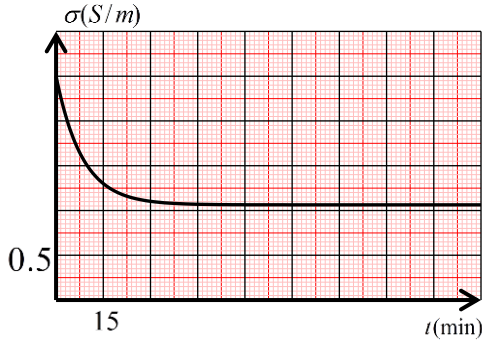
إذن: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0 + n_f}{2}$

- نقوم بإسقاط القيمة: $\frac{n_0 + n_f}{2} = \frac{1+5}{2} = 3 \text{ mmol}$ على البيان، نجد: $t_{1/2} = 5 \text{ min}$.

الهدف من إيجاد $t_{1/2}$.

- تحديد الزمن الكلي للتفاعلات (من 4 إلى 7 أضعاف $t_{1/2}$)

- مقارنة سرعة التفاعلات التي لها نفس قيمة $x_{\max}$.



16- العوامل الحركية.

العامل الحركي هو كل ما يغير سرعة التفاعل.

توجد 3 عوامل حركية.

1- التركيز المولي للمتفاعلات:

في نفس درجة الحرارة، كلما زاد التركيز المولي للمتفاعلات كلما زادت سرعة التفاعل أي تصبح قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ أقل



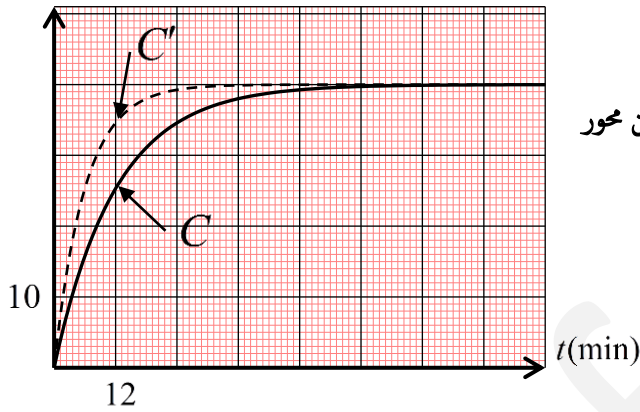
ملاحظة:

عادة ما يطلب إعادة رسم البيان في نفس المعلم لو تم تغيير تركيز أحد المتفاعلين بالزيادة أو بالنقصان (مع المحافظة على قيمة التقدم

$m_{zn} (mg)$

الأعظمي x_{max})

مثال:



$$C' > C$$

قيمة $t_{1/2}$ أصبحت أقل معناه البيان في هذه الحالة يقترب من محور الترتيب مع الحفاظ على القيمة النهائية.

2- درجة الحرارة:

كلما زادت درجة حرارة الوسط التفاعلي زادت سرعة التفاعل (باستثناء التفاعلات الناشئة للحرارة) أي تصبح قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ أقل.

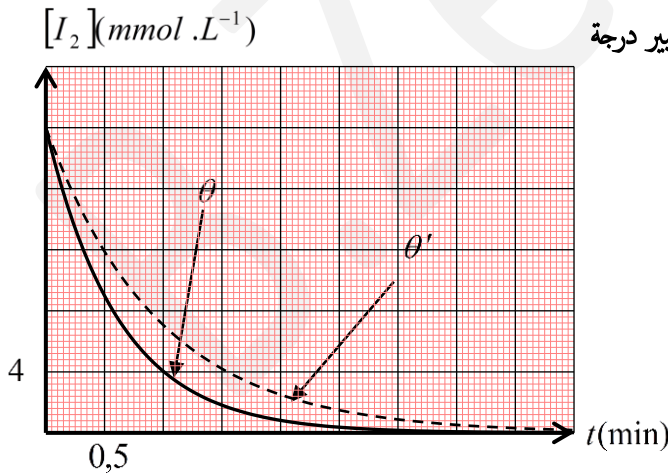


ملاحظة:

عادة ما يطلب إعادة رسم البيان في نفس المعلم لو تم تغيير درجة

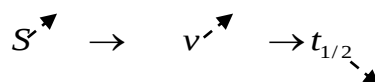
حرارة الوسط التفاعلي (بالزيادة أو بالنقصان)

$$\theta' < \theta$$



3- سطح التلامس:

كلما زاد سطح التلامس للمتفاعلات كلما زادت سرعة التفاعل أي تصبح قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ أقل.



17- الوسطة.

- الوسيط: نوع كيميائي يسرع التفاعل و لا يؤثر على نواتجه (لا يظهر في معادلة التفاعل)
- أنواع الوسطة.
- وسطة متجانسة: الوسيط من نفس الحالة الفيزيائية للمتفاعلات.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي.
- وسطة غير متجانسة: الوسيط يختلف في الحالة الفيزيائية عن المتفاعلات.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة معدن البلاتين.
- وسطة إنزيمية: الوسيط عبارة عن إنزيم.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة إنزيم الكاتالاز.

ملاحظة هامة:

ما قدم سابقا لا يعتبر ملخصا للوحدة الأولى.