1- كمية المادة n:

يمكن حساب كمية مادة نوع كيميائي بإحدى العلاقات التالية:

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

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

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

- $n=CV$: تستخدم في حالة المحاليل.

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

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

- $n=\frac{V_g}{V_M}$: تستخدم في نوع كيميائي غازي.

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

$$n_{O_2}=\frac{V_{O_2}}{V_M}=\frac{1.12}{22.4}=0,05mol$$

- $n=\frac{PV}{RT}$: 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 $\theta=25^0C$ حيث: $R=8,314SI$

ملاحظة: يجب أن تكون الوحدات كما يلي:

الضغط بوحدة الباسكال Pa: $P=1atm=1,013.10^5\,Pa$

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

درجة الحرارة بوحدة الكلفن K: $\theta=25+273=298K$

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

2- المزيج الستوكيومتري.

من أجل تفاعل ممذج بالمعادلة الكيميائية: $aA+bB=cC+dD$

يكون المزيج الابتدائي ستوكيومتري إذا كان: $\frac{n_0(A)}{a}=\frac{n_0(B)}{b}$

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

3- تصنيف التحولات الكيميائية.

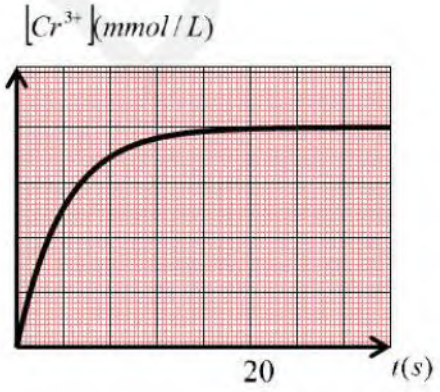
أ. تحولات سريعة.

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

ج. تحولات بطيئة جدا.

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.

WWW.DZPEN.COM

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: باكالوريا 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 الثنائيتين Ox/Red المشاركتين هما: $CO_2/C_2H_2O_4$ ، $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$.

ج) نتبع الخطوات التالية.

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

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} \rightarrow \\ C_2H_2O_4 \rightarrow \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+} \\ C_2H_2O_4 \rightarrow CO_2 \end{cases}$$

3. نبدأ بموازنة العناصر (ما عدا الأكسجين O و الهيدروجين H) و ذلك بتغيير العدد الستوكيومتري.

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} \\ C_2H_2O_4 \rightarrow 2CO_2 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ C_2H_2O_4 \rightarrow 2CO_2 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ C_2H_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ \end{cases}$$

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

* بالنسبة للمعادلة النصفية الأولى.

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ \quad (+12) \qquad\qquad (+6) \end{cases}$$

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

$$\{Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

* بالنسبة للمعادلة النصفية الثانية.

$$\begin{cases} C_2H_2O_4 + \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ \\ \quad (0) \qquad\quad (+2) \end{cases}$$

WWW.DZPEN.COM

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

$$\{C_2H_2O_4 + \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$$

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

$$\begin{cases} 1\times(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O) \\ 3\times(C_2H_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-) \end{cases}$$

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ 3C_2H_2O_4 \rightarrow 6CO_2 + 6H^+ + 6e^- \end{cases}$$

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

$$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_{(aq)}^+ = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(aq)} + 7H_2O_{(l)}$$

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 الستوكيومتري لـ H^+ فتصبح كما يلي.

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} + 14H_3O^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + (7+14)H_2O \\ C_2H_2O_4 + 2H_2O \rightarrow 2CO_2 + 2H_3O^+ \end{cases}$$

$$\begin{cases} Cr_2O_7^{2-} + 14H_3O^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 21H_2O \\ C_2H_2O_4 + 2H_2O \rightarrow 2CO_2 + 2H_3O^+ \end{cases}$$

ثم نكمل جميع الخطوات المتبقية بنفس الطريقة.

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

$$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_3O_{(aq)}^+ = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(aq)} + 15H_2O_{(l)}$$

5- استنتاج الثنائيتين $Ox/\mathrm{Re}d$ انطلاقا من المعادلة الإجمالية.

يجب أولا كتابة المعادلتين النصفيتين.

مثال: باكالوريا 2016 ع ت م 2

س) حدد الثنائيتين $Ox/\mathrm{Re}d$ المشاركتين في التفاعل.

ج) $$Cu_{(s)} + 2Ag_{(aq)}^+ = Cu_{(aq)}^{2+} + 2Ag_{(s)}$$

لكتابة المعادلتين النصفيتين نتبع الخطوات التالية:

1- نكتب المتفاعلين في جهة اليسار دون معاملات ستوكيومترية.

$$\begin{cases} Cu \rightarrow Cu^{2+} \\ Ag^+ \rightarrow Ag \end{cases}$$

مرجع

2- نقوم بموازنة المعادلتين النصفيتين.

م.ن. أكسدة: $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

م.ن.إرجاع: $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$

مؤكسد

إذن الثنائيتان $Ox/\mathrm{Re}d$ هما: Cu^{2+}/Cu ، Ag^+/Ag

ملاحظة: المؤكسد دائما يكتب على يسار الخط المائل.

6- جدول تقدم التفاعل.

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

WWW.DZPEN.COM

مثال 01: باكالوريا 2015 ع ت م 1.

	$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_3O_{(aq)}^{+} = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(aq)} + 15H_2O_{(l)}$					
$t=0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة

ملاحظة:

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

مثال 02:باكالوريا 2015 رياضي م 1.

	$S_2O_{3\,(aq)}^{2-} + 2H_3O^{+}(aq) = S_{(s)} + SO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$				
$t=0$	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 قيمة 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 .

	$S_2O_{8\,(aq)}^{2-} + 2I^{-}_{(aq)} = 2SO_{4(aq)}^{2-} + I_{2(aq)}$		
t_f	$C_1V_1 - x_{max}$	$C_2V_2 - 2x_{max}$	

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

ملاحظة: يجب التركيز جيدا مع الوحدات.

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

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

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

إذن: $x_{max} = 5.10^{-3} mol$

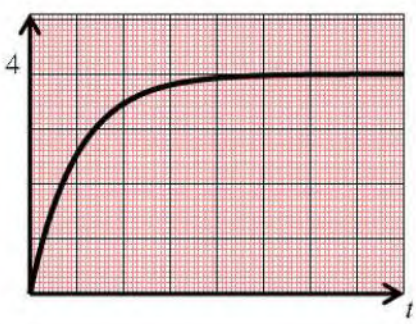
- **الطريقة 02:** في حالة عدم توفر كمية مادة أحد المتفاعلين.

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

مثال 01: باكالوريا 2011 ع ت م 2.

	$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_{(aq)}^{+} = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(aq)} + 7H_2O_{(l)}$					
t_f	$C_1V_1 - x_{max}$	$C_2V_2 - 3x_{max}$	بزيادة	$2x_{max}$	$6x_{max}$	بزيادة

$n(Cr^{3+})(mmol)$



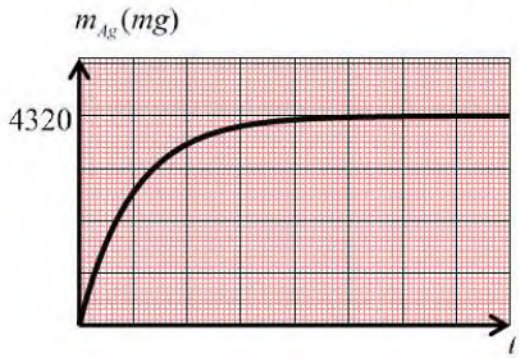
في هذا التمرين قيمة C_2 مجهولة.

من جدول التقدم و في الحالة النهائية: $n_f(Cr^{3+}) = 2x_{max} \ldots\ldots(1)$

من البيان: $n_f(Cr^{3+}) = 4.10^{-3} mol \ldots\ldots(2)$

من 1و 2 نجد: $x_{max} = 2.10^{-3} mol$

WWW.DZPEN.COM



مثال 02: باكالوريا 2016 ع ت م 2.

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

في هذا التمرين قيمة C_0 مجهولة.

من جدول التقدم في الحالة النهائية: $n_f(Ag) = 2x_{max}$ .....(1)

من البيان: $m_f(Ag) = 4{,}320g$.....(2)

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

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

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

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 المتفاعلان معا (لا يوجد متفاعل محد)

9- التركيب المولي للمزيج .

يقصد به كمية المادة للمتفاعلات 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} .

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

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

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)

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

لدينا من جدول التقدم: $n_{H_2}(t) = x(t)$

ومنه: $\frac{V_{H_2}(t)}{V_M} = x(t)$

و منه: $x(t) = \frac{1}{V_M}.V_{H_2}(t)$ حيث: $V_M = 25L.mol^{-1}$.

إذن: $x(t) = 0{,}04.V_{H_2}(t)$

مثال 02: باكالوريا 2009 ع ت م 2.

س) أوجد العبارة الحرفية بين x و $n(H^+)$ و $n_0(H^+)$.

ج)

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

لدينا من جدول التقدم: $n(H^+) = n_0(H^+) - 2x$

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

إذن: $x = 5.10^{-3} - \frac{1}{2}n(H^+)$

مثال 03: باكالوريا 2012 رياضي م2.

س) بين أن التركيز المولي لثنائي اليود $I_{2(aq)}$ في لحظة t يعطى بالعلاقة: $[I_2] = \frac{C_1V_1}{2} - \frac{[I^-]}{2}$ حيث: $V = V_1 + V_2$

ج)

	$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} = 2SO^{2-}_{4(aq)} + I_{2(aq)}$			
$t \neq 0$		$C_1V_1 - 2x$		x

لدينا من جدول التقدم : $n(I^-) = C_1V_1 - 2x$ و كذلك: $n(I_2) = x$

ومنه: $n(I^-) = C_1V_1 - 2n(I_2)$

بالقسمة على الحجم الكلي V نجد: $[I^-] = \frac{C_1V_1}{V} - 2[I_2]$

إذن: $[I_2] = \frac{C_1V_1}{2V} - \frac{[I_2]}{2}$

مثال 04: باكالوريا 2008 ع ت م 1.

س) أكتب عبارة التركيز المولي لـ $[H_2O_2]$ في اللحظة t بدلالة: $[H_2O_2]_0$ ، 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

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

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

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

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

11- سرعة التفاعل.

لحساب السرعة نعتمد دائما على البيان، ونتبع الخطوات التالية:

1- نكتب أولا عبارة السرعة:
$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

2- نلاحظ في البيان ماذا لدينا على محور التراتيب (كمية مادة n أو كتلة m أو حجم V أو تركيز $[\ ]$ إلخ.....)

3- نستخرج عبارة تقدم التفاعل x بدلالة ما هو موجود على محور التراتيب (n ، m ، V ، $[\ ]$ ...) اعتمادا على جدول التقدم (غالبا) أو على علاقة أعطيت أو طلب إيجادها سابقا.

4- نقوم بالاشتقاق ($\dfrac{dx}{dt} = \dfrac{d(.....)}{dt}$) ، و بعد التبسيط نحصل على علاقة من الشكل:

$v = const.\dfrac{dn}{dt}$ أو $v = const.\dfrac{dm}{dt}$ أو $v = const.\dfrac{d\sigma}{dt}$ أو $v = const.\dfrac{d[\ ]}{dt}$ أو .....

حيث: $const$ هو قيمة ثابتة.

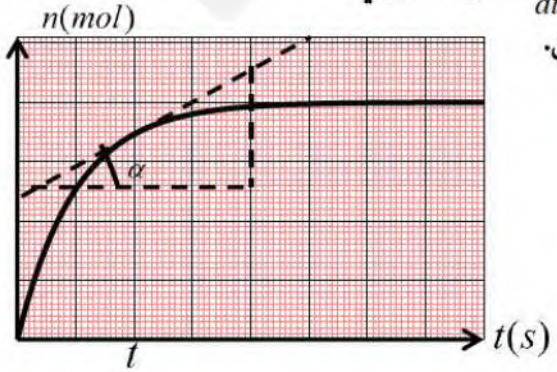
ملاحظة:

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

ب- مشتق ثابت ضرب متغير : نقوم بإخراج الثابت من عبارة المشتق كما يلي:
$$v = \frac{d(a.n)}{dt} = a.\frac{dn}{dt}$$

أو:
$$v = \frac{d\left(\dfrac{\sigma}{a}\right)}{dt} = \frac{1}{a}.\frac{d\sigma}{dt}$$ .....

5- بالاعتماد على البيان نحسب: $\dfrac{dn}{dt}$ أو $\dfrac{d\sigma}{dt}$ أو $\dfrac{dV_E}{dt}$ أو $\dfrac{dP}{dt}$ ..... وذلك كما يلي:



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

ب- نرسم المماس للبيان عند هذه النقطة.

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

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

هـ- وفي الأخير يكون لدينا: $v = const.\tan\alpha$

WWW.DZPEN.COM

ملاحظة:

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

مثال: باكالوريا 2016 ع ت م 1.

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

ج)

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

لدينا: $v(t)=\frac{dx}{dt}$.....(*)

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:

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

و هي من الشكل: $v=const.\frac{dV_{H_2}}{dt}$

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

نتبع 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 الحجوم، وتعطى بالعبارة: $v_{vol}(t)=\frac{1}{V_T}.\frac{dx}{dt}$

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

WWW.DZPEN.COM

مثال: باكالوريا 2013 رياضي م 1.

س) بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل في أي لحظة t تكتب بالعلاقة: $v_{vol} = -\frac{1}{3}.\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$

ج)

	$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H_{(aq)}^{+} = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(aq)} + 7H_2O_{(l)}$					
$t \neq 0$		$C_1V_1 - 3x_{max}$				

لدينا: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V_T}.\frac{dx}{dt}$.....(*)

من جدول التقدم(في الحالة الانتقالية): $n(C_2H_2O_4) = C_1V_1 - 3x_{max}$

بوضع: $n(C_2H_2O_4) = [C_2H_2O_4]V_T$

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

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

باشتقاق الطرفين : $\frac{dx}{dt} = -\frac{d(\frac{C_1V_1}{3} - \frac{[C_2H_2O_4]V_T}{3})}{dt}$

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

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

بالتعويض في (*) نجد: $v_{vol} = \frac{1}{V_T}(-\frac{1}{3}V_T\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt})$

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

مثال 02: باكالوريا 2015 رياضي م 1.

س) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالشكل: $v_{vol}(t) = -\frac{1}{170V}.\frac{d\sigma(t)}{dt}$ حيث: V حجم المزيج.

ج) في هذا التمرين قدمت علاقة بين x و σ كما يلي:

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

لدينا : $v_{vol}(t) = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$

من العلاقة (*): $x = \frac{20.6}{170} - \frac{\sigma(t)}{170}$

بالاشتقاق بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{170}.\frac{d\sigma(t)}{dt}$

و منه: $v_{vol} = \frac{1}{V}.(-\frac{1}{170}.\frac{d\sigma(t)}{dt})$

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

WWW.DZPEN.COM

13- تطور سرعة التفاعل.

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

14- سرعة التشكل و سرعة الاختفاء.

من أجل التفاعل المنمذج بالمعادلة الكيميائية: $aA + bB = cC + dD$

- سرعة اختفاء النوع الكيميائي A : $v_A = -\frac{dn_A}{dt}$
- سرعة اختفاء النوع الكيميائي B : $v_B = -\frac{dn_B}{dt}$
- سرعة تشكل النوع الكيميائي C : $v_C = \frac{dn_C}{dt}$
- سرعة تشكل النوع الكيميائي D : $v_D = \frac{dn_D}{dt}$

ملاحظة: السرعة مقدار موجب دوما.

- علاقة السرعات.

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

أو:

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

مثال: $S_2O_{8\,(aq)}^{2-} + 2I^-_{(aq)} = 2SO_{4(aq)}^{2-} + I_{2(aq)}$

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

ج) لدينا: $v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = -\tan\alpha$

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

ملاحظة:

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

مثال: باكالوريا 2015 رياضي م 2.

س) - بين أنه يمكن كتابة عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بالشكل: $v_{vol} = -\frac{P}{VRT}.\frac{dV_{H_2}}{dt}$ 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^+.

لدينا حسب علاقة السرعات: $v_{vol} = \frac{v_{vol}(H_3O^+)}{2}$

WWW.DZPEN.COM

ومنه: $v_{vol}(H_3O^+) = 2.v_{vol}$

لاحظ أنه طلب سرعة الاختفاء و ليس السرعة الحجمية للاختفاء.

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

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

إذن: $v(H_3O^+) = 2V.v_{vol}$

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

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

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

15- زمن نصف التفاعل.

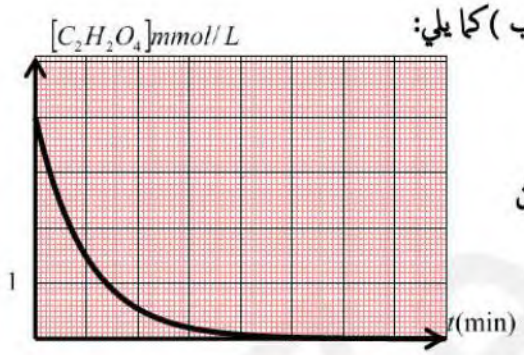
تعريف: هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية (في التفاعلات التامة)

أو: هو المدة اللازمة لاستهلاك نصف كمية مادة المتفاعل المحد.

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

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

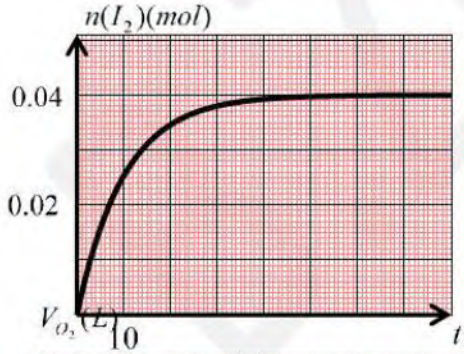
مثال 01:



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

نجد : $t_{1/2} = 7\min$.

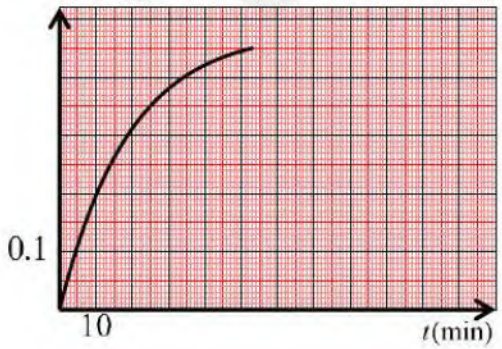
مثال 02:



نقوم بإسقاط القيمة $\frac{n_f}{2} = \frac{0,04}{2} = 0.02mol$ على البيان

نجد : $t_{1/2} = 7\min$.

ملاحظة: في حالة عدم بلوغ البيان للقيمة الثابتة، يجب حساب القيمة النهائية للمقدار الموجود على محور التراتيب، ثم إسقاط القيمة النهائية على البيان لإيجاد قيمة $t_{1/2}$ (بشرط تجاوز التفاعل قيمة التقدم $x = \frac{x_{max}}{2}$)



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

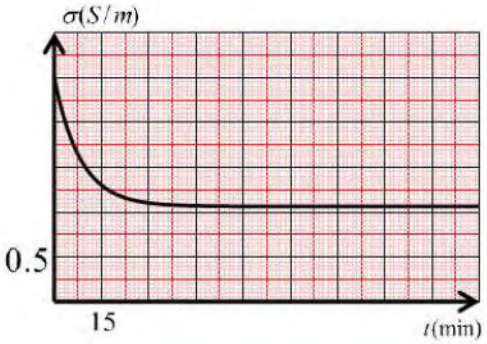
مثال:

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

WWW.DZPEN.COM

نقوم بإسقاط القيمة $\frac{V_f(O_2)}{2}=\frac{0,48}{2}=0.24L$ على البيان نجد : $t_{1/2}=14\min$

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



مثال 01:

في هذه الحالة نقوم بإسقاط القيمة:

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

على البيان،نجد : $t_{1/2}=6\min$.

ملاحظة:

فيما يخص وحدات المقادير في عبارة الناقلية النوعية σ :

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

أو:

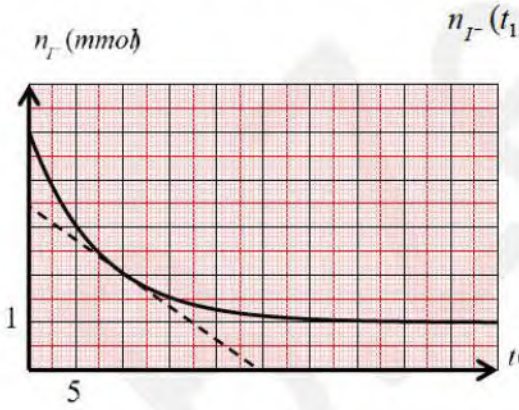
$$\begin{cases}\sigma(S/m)\rightarrow[X^+](mol/m^3)\rightarrow\lambda_{X^+}(S.m^2/mol)\\ \sigma(S/m)\rightarrow[X^+](mol/L)\rightarrow\lambda_{X^+}(mS.m^2/mol)\end{cases}$$

مثال 02:

	$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}+2I^-{}_{(aq)}=2SO_{4(aq)}^{2-}+I_{2(aq)}$		
$t\neq 0$		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: $n_{I^-}(t)=n_0-2x(t).....(*)$

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

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

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

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:

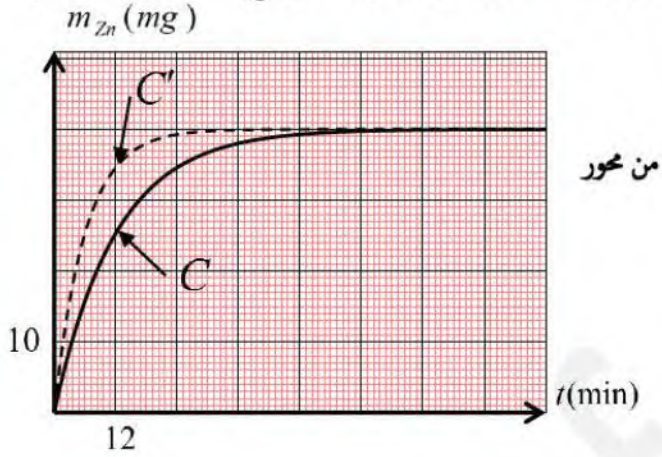
في نفس درجة الحرارة، كلما زاد التركيز المولي للمتفاعلات كلما زادت سرعة التفاعل أي تصبح قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ أقل

$$C \nearrow \rightarrow v \nearrow \rightarrow t_{1/2} \searrow$$

ملاحظة.

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

مثال:



$$C' \succ C$$

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

2- درجة الحرارة:

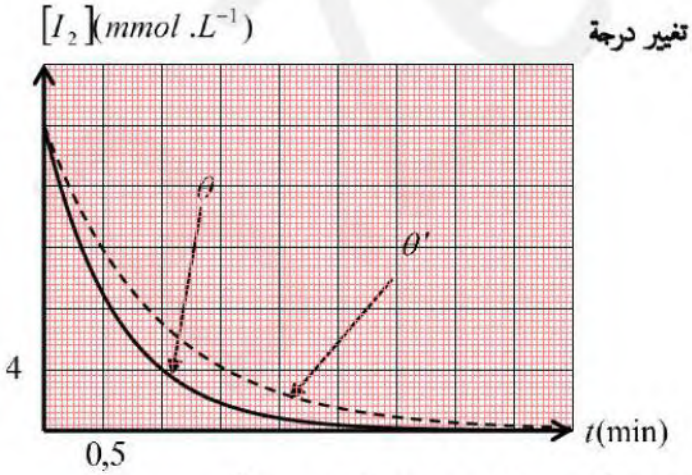
كلما زادت درجة حرارة الوسط التفاعلي زادت سرعة التفاعل (باستثناء التفاعلات الناشرة للحرارة) أي تصبح قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ أقل.

$$\theta \nearrow \rightarrow v \nearrow \rightarrow t_{1/2} \searrow$$

ملاحظة.

عادة ما يطلب إعادة رسم البيان في نفس المعلم لو تم تغيير درجة حرارة الوسط التفاعلي (بالزيادة أو بالنقصان)

$$\theta' \prec \theta$$



3- سطح التلامس:

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

$$S \nearrow \rightarrow v \nearrow \rightarrow t_{1/2} \searrow$$

WWW.DZPEN.COM

17- الوساطة.

- الوسيط: نوع كيميائي يسرع التفاعل و لا يؤثر على نواتجه (لا يظهر في معادلة التفاعل)
- أنواع الوساطة.

- وساطة متجانسة: الوسيط من نفس الحالة الفيزيائية للمتفاعلات.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي.
- وساطة غير متجانسة: الوسيط يختلف في الحالة الفيزيائية عن المتفاعلات.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة معدن البلاتين.
- وساطة إنزيمية: الوسيط عبارة عن إنزيم.
مثال: تسريع التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بواسطة إنزيم الكاتلاز.

ملاحـــــظة هـــــامة:
ما قدم سابقا لا يعتبر ملخصا للوحدة الأولى.

B.zerfaoui