www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U01 - Exercice 027

المحتوى المعرفي : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (***)

إن التفكك الذاتي للماء الأكسجيني هو تحول كيميائي تام و بطيء ، يمكن تسريعه باستعمال وسيط مثل شوارد الحديد الثلاثي ، معادلة التفكك الذاتي هي :

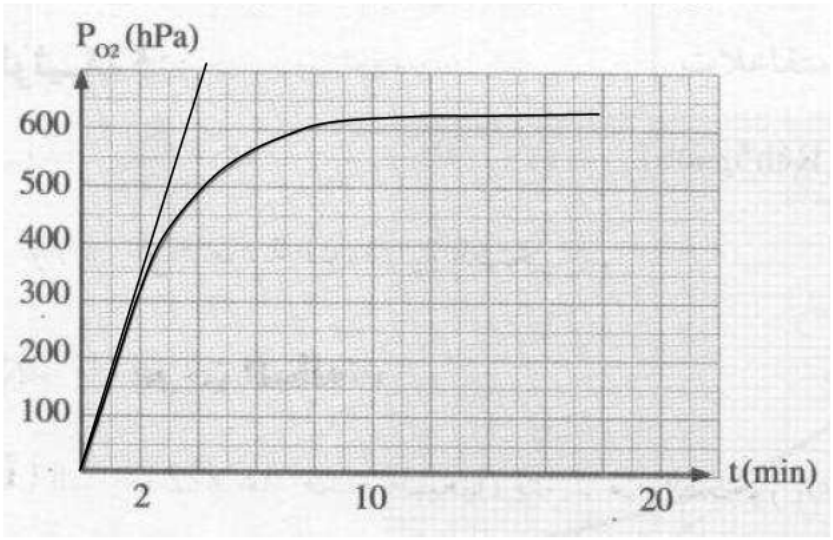
$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(\ell)} + O_{2\,(g)}$$

نتابع هذا التحول بواسطة قياس ضغط الأكسجين الناتج . نضع في دورق حجما $V_0 = 20\ mL$ من الماء الأكسجيني تركيزه المولي $C_0 = 1.5\ mol/L$ ثم نصل الدورق بجهاز قياس الضغط .

نجري التجربة في درجة حرارة ثابتة $\theta = 20°C$ ، و ذلك بوضع الدورق في حمام مائي درجة حرارته ثابتة θ .

الضغط الإبتدائي في الدورق هو $P_{atm} = 1005\ .\ 10^2\ Pa$ و الحجم الذي يشغله (الهواء) هو $V = 575\ mL$.

في اللحظة $t = 0$ نغمر الوسيط داخل الماء الأكسجيني ، فنلاحظ صعود كثيف لغاز الأكسجين ، نسجل في كل لحظة الضغط P_t لـ (الهواء + الأكسجين الناتج) و بعد مدة نلاحظ أن مقياس الضغط يبقى يشير دائما إلى نفس القيمة $P_f = 1640\ .\ 10^2$. الدراسة التجريبية لتطور ضغط غاز الأكسجين (O_2) الناتج أعطت المنحنى التالي ، علما أن : $1hPa = 10^2\ Pa$. (hPa يعني هيكتوباسكال)



1- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع ، و من خلالهما استنتج معادلة الأكسدة الإرجاعية المعطاة سابقا .

علما أن للثنائيتين (مر/مؤ) الداخلتين في التفاعل هما :

$(O_{2\,(g)}/H_2O_{2(\ell)})$ ، $(H_2O_{2\,(aq)}/H_2O_{(\ell)})$.

2- أحسب كمية المادة الابتدائية للماء الأكسجيني .

3- مثل جدول تقدم التفاعل ثم أوجد مقدار التقدم الأعظمي .

4- بتطبيق قانون الغاز المثالي ، أحسب كمية المادة لغاز الأكسجين في نهاية التفاعل علما أن ضغط غاز الأكسجين $P(O_2)$ في لحظة t يعبر عنه بدلالة الضغط P_t المقاس في نفس اللحظة و الضغط الابتدائي P_{atm} كما يلي : $P_t(O_2) = P_t - P_{atm}$. يعطى : $R = 8.31\ SI$

5- بين أن تقدم التفاعل يعطى بالعلاقة : $x = \dfrac{x_{max}}{P_f(O_2)} P(O_2)$.

6- بين أنه عند $t = t_{1/2}$ يكون $P_{1/2}(O_2) = P_f(O_2)/2$ أوجد بيانيا زمن نصف التفاعل .

7- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

8- لو أضفنا للماء الأكسجيني حجما من الماء المقطر هل ستتغير المقادير التالية : السرعة الحجمية ، زمن نصف التفاعل ، كمية الأكسجين النهائية ، الضغط النهائي في الدورق .

9- ارسم على نفس البيان السابق المنحنى $P(O_2) = f(t)$ في هذه الحالة ، أي لو أضفنا الماء المقطر .

حل التمرين

1- معادلة الأكسدة ومعادلة الإرجاع للثنائيتين :

(O_2/H_2O_2)

(H_2O_2/H_2O)

$$H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$$

$$2H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$$

2- كمية مادة الابتدائية للماء الأكسجيني ؟

$n_0(H_2O_2) = CV = 1,5 \times 0,02 = 3\times10^{-2}\,mol$

3- جدول التقدم :

الحالة	التقدم	$2H_2O_2$	$= O_2$	$+ 2H_2O$
الابتدائية	$x=0$	3×10^{-2}	0	زيادة
الانتقالية	x	$3\times10^{-2} - 2x$	x	بزيادة
نهائية	x_f	$3\times10^{-2} - 2x_f$	x_f	بزيادة

- التفاعل تام و منه عند نهاية التفاعل يكون :

$3\times10^{-2} - 2x_f = 0 \rightarrow x_f = x_{max} = 1.5\times10^{-2}\,mol$

4- كمية O_2 في نهاية التفاعل ؟

- بتطبيق قانون الغاز المثالي :

$$P(O_2).V(O_2) = n(O_2).RT \Rightarrow n(O_2) = \frac{P(O_2)V(O_2)}{RT}$$

و في نهاية التفاعل تكون :

$$n_f(O_2) = \frac{P_f(O_2).V(O_2)}{R.T}$$

لدينا :

$$P_t(O_2) = P_t - P_{atm}$$

وعند نهاية التفاعل تكون :

$$P_f(O_2) = P_f - P_{atm}$$

ومنه يصبح :

$$n_f(O_2) = \frac{(P_f - P_{atm})V(O_2)}{RT}$$

$$n_f(O_2) = \frac{(1640\times10^2 - 1005\times10^2)\times575\times10^{-6}}{8,31\,(20+273)} = 1,5\times10^{-2}\,mol$$

5- إثبات $x = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} \times P(O_2)$

- حسب قانون الغاز المثالي :

$P(O_2).V(O_2) = n(O_2)RT \rightarrow n(O_2) = \frac{P(O_2)\times V(O_2)}{RT}$

ومن جدول التقدم :

$n(O_2) = x$

إذن :

$x = \frac{P(O_2)\times V(O_2)}{RT}$ ..... (1)

وفي نهاية التفاعل نكتب :

$x_{max} = \frac{P_f(O_2).V(O_2)}{RT}$ ..... (2)

بقسمة (1) على (2) :

$\frac{x}{x_{max}} = \frac{\frac{P(O_2).V(O_2)}{RT}}{\frac{P_f(O_2)\times V(O_2)}{RT}} = \frac{P(O_2)}{P_f(O_2)} \rightarrow x = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} \times P(O_2)$

6- إثبات أن عند $t = t_{\frac{1}{2}}$ يكون : $P_{\frac{1}{2}} = \frac{P_f(O_2)}{2}$

لدينا سابقا :

$x = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} P_t(O_2)$

وعند زمن نصف التفاعل يكون :

$x_{\frac{1}{2}} = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} P_{\frac{1}{2}}(O_2)$

وحسب تعريف $t_{\frac{1}{2}}$ (زمن نصف التفاعل)

$t = t_{\frac{1}{2}} \rightarrow x = x_{\frac{1}{2}} = \frac{x_f}{2} = \frac{x_{max}}{2}$

ومنه نكتب :

$\frac{x_{max}}{2} = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} P_{\frac{1}{2}}(O_2) \rightarrow P_{\frac{1}{2}}(O_2) = \frac{P_f(O_2)}{2}$

* قيمة $t_{\frac{1}{2}}$:

$t_{\frac{1}{2}} =$ بإسقاط $\frac{P_f(O_2)}{2}$ في البيان نجد :

7- السرعة الحجمية للتفاعل :

نكتب عبارة السرعة الحجمية v بدلالة ميل المماس $\frac{dP(O_2)}{dt}$.

لدينا حسب تعريف السرعة الحجمية :

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

لدينا سابقا :

$$x = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} P(O_2) \rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{x_{max}}{P_f(O_2)} \frac{dP(O_2)}{dt}$$

و منه يصبح :

$$v = \frac{x_{max}}{V.P_f(O_2)} \frac{dP(O_2)}{dt}$$

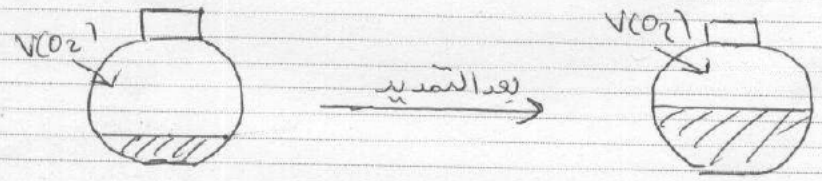
عند حساب الميل نجد تقريبا :

$$\frac{dP(O_2)}{dt} = 21167$$

و منه :

$$v = \frac{1.5 \ .10^{-2}}{(0.2L).(1640.10^2 - 1005.10^2)} . 21167 \approx 0.25 \, mol/L.min$$

8 ـ عند اضافة الماء المقطر للوسط التفاعلي .
ـ السرعة الحجمية تنقص لان حجم الوسط التفاعلي ازداد والسرعة الحجمية تتناسب عكسيا مع حجم الوسط التفاعلي
ـ زمن نصف التفاعل يزداد لان زمن بلوغ التفاعل نهايته ازداد وذلك راجع إلى نقصان حركية التفاعل بفعل نقصان التركيز عند اضافة الماء المقطر
ـ كمية المادة النهائية لـ O_2 تبقى ثابتة ، لان التمديد لا يؤثر على كمية المادة وانما يؤثر على الحجم والتركيز .
ـ الضغط يزداد لان الحجم المخصص لـ O_2 ينقص بفعل زيادة حجم الوسط التفاعلي وحجم الدورق الذي لا يتغير



9 ـ اعتني $P(O_2) = f(t)$ بعد اضافة الماء المقطر