طريقة المعايرة

المعايرة : هي احدى الطرق الكيميائية المستعملة للتعرف أو الكشف عن كمية المادة لفرد كيميائي متفاعل أو ناتج

مثال :

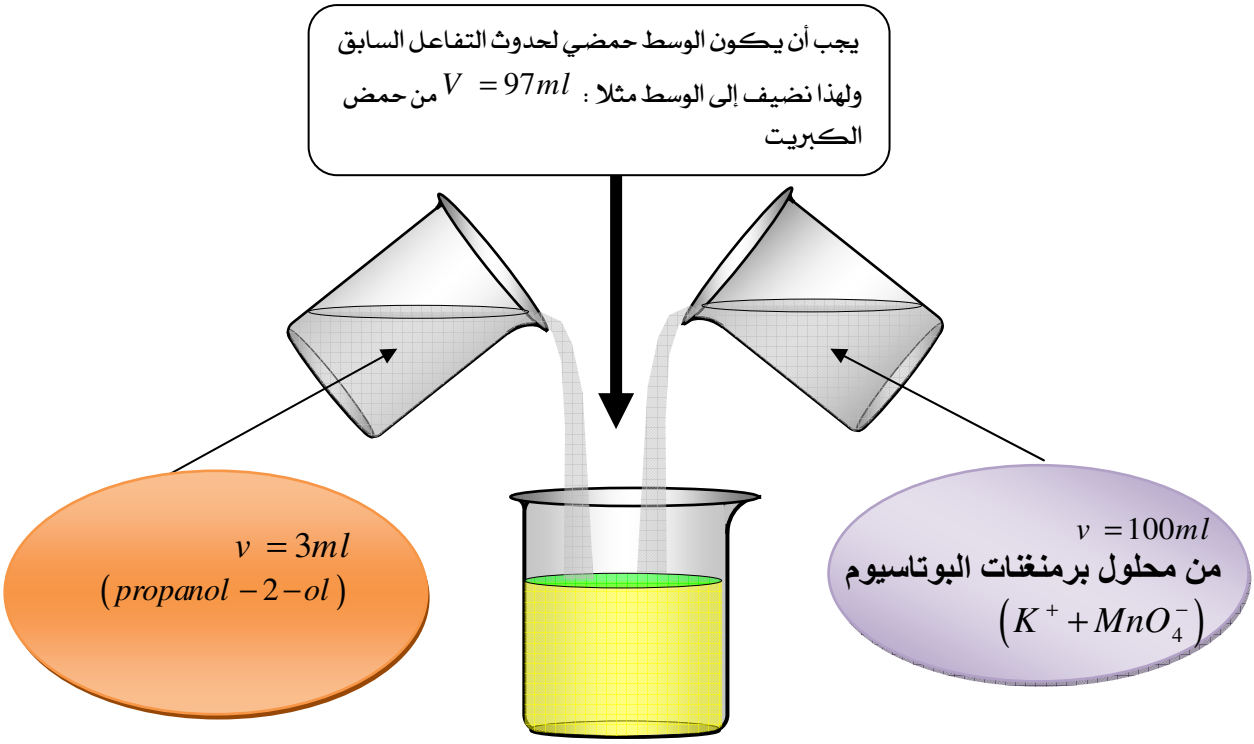
نريد مثلا دراسة تطور تفاعل اكسدة $(propanol-2-ol)$ بواسطة أيونات البرمنغنات و هو تفاعل بطيء و تام.

$$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_{4\,(aq)}^{-} + 6H_{(aq)}^{+} \rightarrow 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn_{(aq)}^{2+} + 8H_2O \ldots\ldots(1)$$

الهدف : الحصول على المنحنى البياني $x = f(t)$ الممثل لتقدم التفاعل x بدلالة الزمن.

من أجل هذا يجب إتباع الخطوات التجريبية التالية :

1- تحضير المزيج التفاعلي :



يكون الحجم الكلي للمزيج : $V_{total} = 3+100+97 = 200ml$

التفاعل الحادث هو :

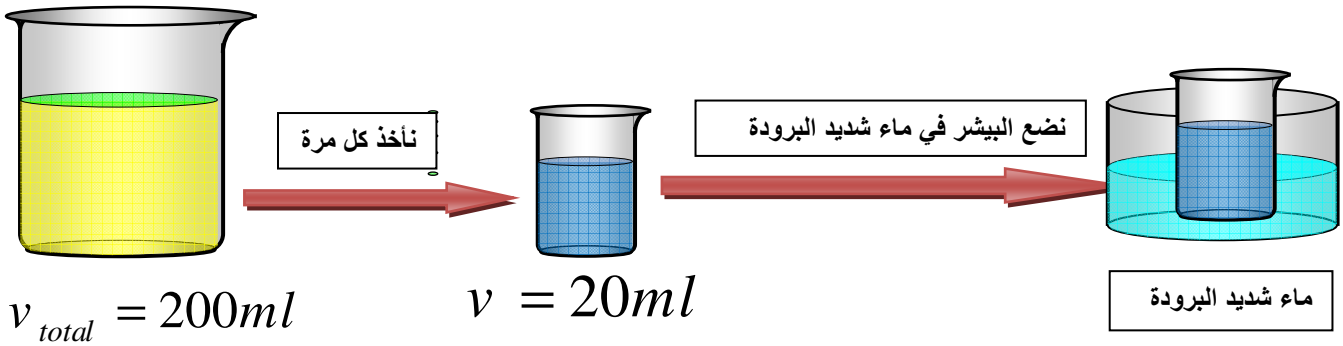
$$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_{4\,(aq)}^{-} + 6H_{(aq)}^{+} \rightarrow 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn_{(aq)}^{2+} + 8H_2O \ldots\ldots(1)$$

2ـ

أ ـ نأخذ الآن في كل مرة حجما معينا مثلا $v = 20ml$ من المزيج السابق و نضعها في بيشر .

ب ـ نضع البيشر في (ماء بارد + جليد) لتوقيف التفاعل السابق (تفاعل 1) .

ج ـ نعاير الآن كمية البرمنغنات الموجودة في البيشر $\left(n'_{MnO_4^-}\right)$ باستعمال محلول معاير و ليكن مثلا محلول كبريتات الحديد الثنائي بتركيز معلوم C' .



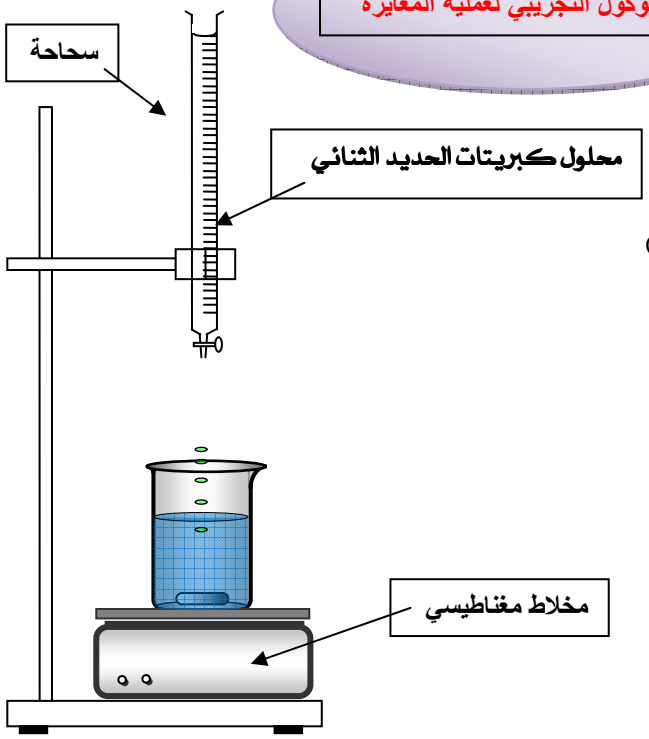
$v_{total} = 200ml$ $\quad v = 20ml$

سؤال :

متى نوقف عملية المعايرة ؟

نوقف عملية المعايرة مع آخر قطرة من محلول المعاير (كبريتات الحديد الثنائي) التي من أجلها يختفي اللون البنفسجي داخل البيشر (أنظر إلى الجدول المرفق)

البروتوكول التجريبي لعملية المعايرة



معادلة المعايرة

$$MnO_{4\,(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + 5Fe_{(aq)}^{2+} = Mn_{(aq)}^{2+} + 5Fe_{(aq)}^{3+} + 4H_2O \ldots\ldots\ldots (2)$$

ـ عند إختفاء اللون البنفسجي في البيشر و المميز لأيونات البرمنغنات $MnO_{4(aq)}^-$ نوقف المعايرة و نقرأ الحجم المضاف من المحلول المعاير الموافق لنقطة التكافؤ V_E.

ـ نعيد نفس العمل السابق عند لحظات زمنية معينة و نعين في كل مرة الحجم V_E (حجم التكافؤ).

أسئلة :

1ـ أنشئ جدول تقدم تفاعل الرئيسي (تفاعل 1)

2ـ أنشئ جدول تقدم تفاعل المعايرة(تفاعل 2)

3ـ ماهي نقطة التكافؤ و كيف نستدل عليها ؟

4ـ أكتب العلاقة بين $\left(n'_{MnO_4^-}\right)$ (التي تمثل كمين المادة الموجودة في حجم قدره 20ml) و C' و V_E

5ـ نعتبر أن $n_{MnO_4^-}$ كمية البرمنغنات في المزيج التفاعلي عند اللحظة t بين أن : $n_{MnO_4^-} = 10.n'_{MnO_4^-}$

6ـ أكتب العلاقة بين $n_{MnO_4^-}$ و $X\,(t)$.

الإجابة:

1ـ جدول تقدم التفاعل 1

المعادلة	$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_{4(aq)}^- + 6H_{(aq)}^+ \rightarrow 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn_{(aq)}^{2+} + 8H_2O$					
الحالة الإبتدائية	$n_0(C_3H_8O)$	$n_0(MnO_4^-)$	بوفرة	0	0	بوفرة
الحالة الإنتقالية	$n_0(C_3H_8O) - 5X\,(t)$	$n_0(MnO_4^-) - 2X\,(t)$		$5.X\,(t)$	$2.X\,(t)$	
الحالة النهائية	$n_0(C_3H_8O) - 5x_{\max}$	$n_0(MnO_4^-) - 2X_{\max}$		$5.X_{\max}$	$2.X_{\max}$	

2ـ جدول تقدم تفاعل المعايرة

المعادلة	$MnO_{4(aq)}^- + 5Fe_{(aq)}^{2+} + 8H_{(aq)}^+ = Mn_{(aq)}^{2+} + 5Fe_{(aq)}^{3+} + 4H_2O$					
الحالة الإبتدائية	$n'(MnO_4^-)$	$n_0(Fe^{+2})$	بوفرة	0	0	بوفرة
الحالة النهائية	$n'(MnO_4^-) - X_{eq}$	$n_0(Fe^{+2}) - 5x_{eq}$		X_{eq}	$5X_{eq}$	

3ـ نقطة التكافؤ هي النقطة التي تكون فيها المتفاعلات في الشروط الستوكيومترية أي :

$$\frac{n'(MnO_4^-)}{1} = \frac{n(Fe^{2+})}{5}$$

ـ نستدل عليها باختفاء اللون البنفسجي أي إختفاء الشوارد : MnO_4^- (أنظر الجدول المرفق للتعرف على ألوان بقية الشوارد المستعملة في مثل هذه التمارين)

4ـ العلاقة بين $\left(n'_{MnO_4^-}\right)$ (التي تمثل كمين المادة الموجودة في حجم قدره 20ml) و C' و V_E من العلاقة السابقة :

عند التكافؤ : $n'_{MnO_4^-}=\frac{n\left(Fe^{2+}\right)}{5}\Rightarrow n'_{MnO_4^-}=\frac{C'V'}{5}$.....(1)

5ـ لنبين أن : $n_{MnO_4^-}=10.n'_{MnO_4^-}$

$$\begin{cases} n_{MnO_4^-} \rightarrow 200ml \\ n'_{MnO_4^-} \rightarrow 20ml \end{cases} \Rightarrow n_{MnO_4^-}=10n'_{MnO_4^-}$$

6ـ العلاقة بين $n_{MnO_4^-}$ و $X\,(t)$.

من جدول التقدم الرئيسي (1) لدينا $n_{Mno_4^-}=n_0-2x\,(t)\Rightarrow x\,(t)=\frac{n_0-n_{Mno_4^-}}{2}$

و لدينا $n_{MnO_4^-}=10.n'_{MnO_4^-}$ ومنه : $x\,(t)=\frac{n_0-n_{Mno_4^-}}{2}\Rightarrow x\,(t)=\frac{n_0}{2}-5n'_0$ ومنه : $\boxed{x\,(t)=\frac{n_0}{2}-C'V_{eq}}$

من إعداد الأستاذ : لعاج إلياس

أهم الثنائيات Ox / Red المستعملة في المعايرة في الوحدة الأولى

الثنائية	اسم المؤكسد ولونه	اسم المرجع ولونه
MnO_4^- / Mn^{2+}	شاردة البرمنغنات (**بنفسجية**)	شاردة المنغنيز (**لا لون**)
MnO_4^- / MnO_2		أكسيد المنغنيز (**أسمر**)
$Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$	شاردة البيكرومات (**برتقالية**)	شاردة الكروم (**خضراء زمردية**)
I_2 / I^-	ثنائي اليود (**أسمر**)	شاردة اليود (**لا لون**)
$S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$	شاردة البيروكسودي كبريتات (**لا لون**)	شاردة الكبريتات (**لا لون**)
$S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$	شاردة تيترا تيونات (**لا لون**) يتحول لون المحلول إلى لبني بسرعة	شاردة ثيوكبريتات (**لا لون**)
$S_2O_3^{2-} / S$		ذرة الكبريت (**صفراء**)
$SO_2 / S_2O_3^{2-}$		غاز ثاني أكسيد الكبريت (**لا لون**)
ClO^- / Cl^-	شاردة الهيبوكلوريت (**خضراء مصفرّة**)	شاردة الكلور (**لا لون**)
H_2O_2 / H_2O	الماء الأكسوجيني (**لا لون**)	
O_2 / H_2O_2		
$CO_2 / H_2C_2O_4$		حمض الأوكزاليك (**لا لون**)

ملاحظة

تفيدنا هذه الألوان في معرفة لحظة بلوغ التكافؤ

مثال

معايرة الماء الأكسوجيني بواسطة برمنغنات البوتاسيوم (K^+ , MnO_4^-) في وسط حامضي .

في البيشر الماء الأكسجيني و السحاحة نملؤها بمحلول برمنغنات البوتاسيوم .

شاردة البوتاسيوم K^+ لا لون لها .

أثناء المعايرة كلما ينزل محلول برمنغنات البوتاسيوم يختفي لونه البنفسجي ، وفي اللحظة التي يستقر فيها اللون البنفسجي نكون قد بلغنا التكافؤ .

إذا صادفت سؤالا يقول : **كيف نعرف بلوغ التكافؤ؟** ، أجب : **عند استقرار اللون البنفسجي** .

وقس على هذا في المحاليل الأخرى