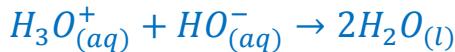


## تصحيح تمارين المعايرة المباشرة

### تمرين 1:

- تحديد محلول المتواجد في كل من الساحة والكأس :
- في الساحة : نصب محلول (المعاير) هيدروكسيد الصوديوم .
- في الكأس : نصب محلول (المعاير) حمض الكلوريديك .

### 2- المعادلة الحصيلة :



### 3- البروتوكول التجريبي :

يمكن معاينة نقطة التكافؤ بالمعايرة الملوانية مثلا استعمال الكاشف أزرق البروموتيمول أو المعايرة بقياس المواصلة للخلط في الكأس .

### 4- جدول التقدم : كمية مادة أيونات $OH^-$ المضافة عند التكافؤ :

$$n_e = C_1 \cdot V_e = 10,0 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1} \times 5,3 \cdot 10^{-3} L$$

$$n_e = 5,3 \cdot 10^{-4} mol$$

الجدول الوصفي عند التكافؤ :

$H_3O_{(aq)}^+ + HO_{(aq)}^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$			معادلة التفاعل	
$n(H_3O^+)$	$n(HO^-)$	$n(H_2O)$	التقدم	حالة المجموعة
$n_0$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	وغير	0	البدئية
$n_0 - x$	$5,3 \cdot 10^{-4} - x$	وغير	$x$	خلال التطور
$n_0 - x_{eq}$	$5,3 \cdot 10^{-4} - x_{eq}$	وغير	$x_{eq}$	التكافؤ

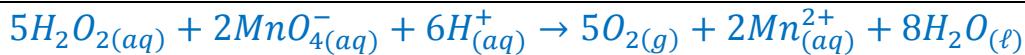
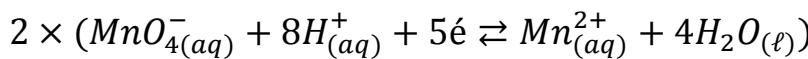
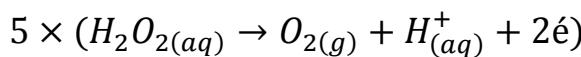
5- كمية المادة  $n_0$  :

6- عند التكافؤ نكتب :

$$\begin{cases} n_0 - x_e = 0 \\ 5,3 \cdot 10^{-4} - x_e = 0 \end{cases} \Rightarrow n_0 = x_e = 5,3 \cdot 10^{-4} mol$$

**التمرين 2 :**

**- المعادلة الحصيلة للتفاعل :**



**- 2.1- الجدول الوصفي :**

معادلة التفاعل						التقدم	حالة المجموعة
$n(H_2O_2)$	$n(MnO_4^-)$	$n(H^+)$	$n(O_2)$	$n(Mn^{2+})$	$n(H_2O)$		
$n_1$	$n_2$	$n_3$	0	0	وغير	0	البدئية
$n_1 - 5x$	$n_2 - 2x$	$n_3 - 6x$	$5x$	$2x$	وغير	$x$	خلال التحول
$n_1 - 5x_e$	$n_2 - 2x_e$	$n_3 - 6x_e$	$5x_e$	$2x_e$	وغير	$x_e$	النهائية

**- 2.2- عند التكافؤ يختفي كل من المتفاعلين  $H_2O_2$  و  $MnO_4^-$  نكتب :**

$$\begin{cases} n_1 - 5x_e = 0 \\ n_2 - 2x_e = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_e = \frac{n_1}{5} \\ x_e = \frac{n_2}{2} \end{cases}$$

نستنتج:  $\frac{n_1}{5} = \frac{n_2}{2}$ :  
كمية مادة الماء الأوكسيجيني :

$$n_1 = \frac{5}{2}n_2 = \frac{5}{2}C_2 \cdot V_2$$

ت.ع:

$$n_1 = \frac{5}{2} \times 1,04 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 18,4 \cdot 10^{-3} L$$

$$n_1 = 4,78 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3.2- التركيز المولى  $C_1$  للمحلول ( $S_1$ ) :

$$C_1 = \frac{n_1}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{4,78 \cdot 10^{-2} mol}{20 \cdot 10^{-3} L}$$

$$C_1 = 2,39 mol \cdot L^{-1}$$

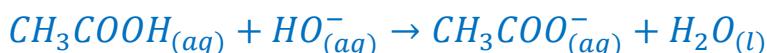
2.4- لون الخليط بنفسجي فاتح يوضح ظهور بعض الأيونات البرمنغيات  $MnO_4^-$  التي بقيت في الكأس دون أن تتفاعل .

### تمرين 3 :

1- المزدوجتان المتفاعلتان والمعادلة الحصيلة :

• المزدوجتان :  $H_2O/HO^-$  و  $CH_3COOH/CH_3COO^-$

• معادلة التفاعل :



2- تفسير ضرورة اضافة كاشف ملون :

بما أن جميع الأنواع المتفاعلة عديمة اللون ، فإنه من الضوري إضافة كاشف ملون مثل الفينولفتاليين لمعلمـة نقطة التكافـؤ .

3- جدول التقدم :

كمية مادة المتفاعل المعايـر  $HO^-$  هي :

$$n_e = C_1 \cdot V_e = C_1 = 10^{-2} mol \cdot L^{-1} \times 9,7 \cdot 10^{-3} mol = 9,7 \cdot 10^{-5} mol$$

$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				معادلة التفاعل	
n( $CH_3COOH$ )	n( $HO^-$ )	n( $CH_3COO^-$ )	n( $H_2O$ )	التقدم	حالة المجموعة
$n_0$	$9,7 \cdot 10^{-5}$	0	وغير	0	الحالة البدئية (mol)
$n_0 - x$	$9,7 \cdot 10^{-5} - x$	$x$	وغير	$x$	الحالة خلال التحول
$n_0 - x_{eq}$	$9,7 \cdot 10^{-5} - x_{eq}$	$x_{eq}$	وغير	$x_{eq}$	الحالة النهائية (mol)

نستنتج أن كمية مادة حمض الإيثانويك المعاير هي :

$$n_0 = x_{eq} = 9,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

- التركيز :  $C_0$

التركيز المولى لحمض الإيثانويك في محلول المخفف :

$$C_0 = \frac{n_0}{V_0} \Rightarrow C_0 = \frac{9,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{10 \cdot 10^{-3} L}$$

$$C_0 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

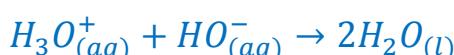
ليكن  $C$  التركيز المولى لحمض الإيثانويك في الخل التجاري حيث :

$$C = 100C_0$$

$$C = 0,95 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

تمرين 4:

- معادلة تفاعل المعايرة :



- الجدول الوصفي :

$H_3O_{(aq)}^+ + HO_{(aq)}^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$			معادلة التفاعل	
$n(H_3O^+)$	$n(HO^-)$	$n(H_2O)$	التقدم	حالة المجموعة
$n_i(H_3O^+)$	$C_s \cdot V_{eq}$	وغير	0	البدئية
$n_i(H_3O^+) - x$	$C_s \cdot V_{eq} - x$	وغير	$x$	خلال التطور
$n_i(H_3O^+) - x_{eq}$	$C_s \cdot V_{eq} - x_{eq}$	وغير	$x_{eq}$	عند التكافؤ

$V_{eq}$  : حجم المحلول المعايير المضاف عند التكافؤ .

- استنتاج التركيز  $C$  للمحلول المعايير :

مبيانيا نجد  $V_e \approx 10,3mL$  أقصول نقطة التكافؤ التي تمثل تقاطع الجزاين المستقيمين للمنحنى  $G=f(V_s)$  .

تفاعل المعايير كلي وسريع حيث يستهلك الntفاعلين  $H_3O^+$  و  $HO^-$  كلبا عند التكافؤ ، حسب الجدول الوصفي نكتب :

$$\begin{cases} n_i(H_3O^+) - x_{eq} = 0 \\ C_s \cdot V_{eq} - x_{eq} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_i(H_3O^+) = x_{eq} \\ C_s \cdot V_{eq} = x_{eq} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_i(H_3O^+) = C_s \cdot V_{eq} = x_{eq}$$

بالنسبة للمحلول المعايير  $(H_3O^+)$  تركيزه يكتب :

$$C = \frac{n_i(H_3O^+)}{V}$$

$$C = \frac{C_s \cdot V_{eq}}{V}$$

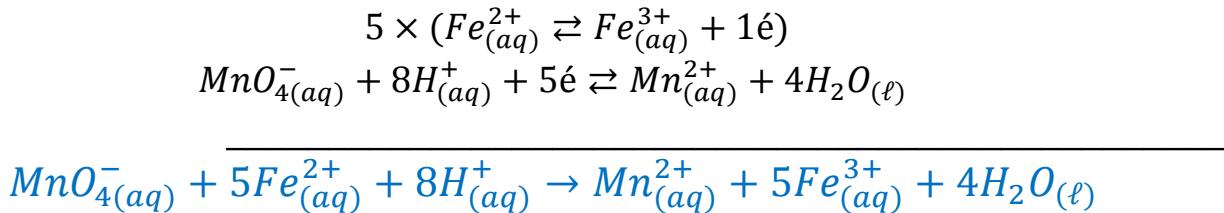
$$C = \frac{0,100 \times 10,3}{10,0}$$

$$C = 0,103 mol \cdot L^{-1}$$

تمرين 5:

-1 معادلة تفاعل المعايرة :

-2



-3 حساب كمية المادة البدئية ل  $\text{Fe}^{2+}$  :

عند التكافؤ لدينا :

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

$$n_i(Fe^{2+}) = 5n_v(MnO_4^-)$$

$$n_i(Fe^{2+}) = 5C_2 \cdot V_2$$

$$n_i(Fe^{2+}) = 5 \times 1,25 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot L^{-1} \times 16 \cdot 10^{-3} L$$

$$n_i(Fe^{2+}) = 10^{-3} \text{mol}$$

-4 تركيز الايونات  $Fe^{2+}_{(aq)}$  في محلول المعاير :

$$C_1 = \frac{n_i(Fe^{2+})}{V_1}$$

$$C_1 = \frac{10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}}$$

$$C_1 = 0,10 \text{mol} \cdot L^{-1}$$

-5 حساب n :

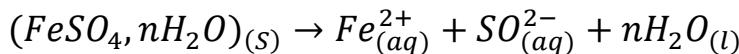
تعبير الكتلة المولية للمركب الأيوني  $(FeSO_4, nH_2O)_{(S)}$  بدلالة n :

$$M = M(Fe) + M(S) + 4M(O) + n(2M(H) + M(O))$$

$$M = 56 + 32 + 4 \times 16 + 2n + 16 \times 2n$$

$$M = 152 + 18n$$

معادلة ذوبان المركب  $(FeSO_4, nH_2O)_{(S)}$  في الماء تكتب :



من المعادلة يتبيّن أن مول واحد من المركب الأيوني يعطي مول واحد من الأيونات أي :

$$n(FeSO_4, nH_2O) = n(Fe^{2+})$$

$$C_1 = \frac{n(Fe^{2+})}{V} = \frac{n(FeSO_4, nH_2O)}{V}$$

$$C_1 = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow M = \frac{m}{C_1 \cdot V}$$

$$M = \frac{27,8}{0,1 \times 1} = 278 g \cdot mol^{-1}$$

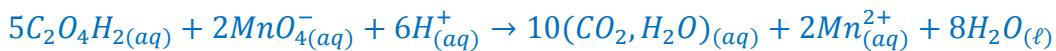
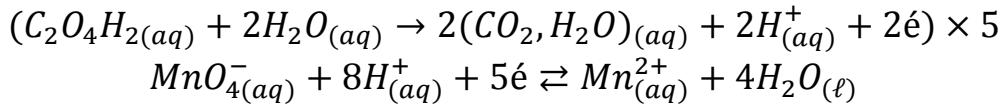
$$M = 152 + 18n$$

$$n = \frac{M - 152}{18} = \frac{278 - 152}{18}$$

$$n = 7$$

صيغة المركب الأيوني هي  $(FeSO_4, 7H_2O)$  هي تمرير 6 :

- 1 نصب الحجم  $V$  من محلول حمض الأوكساليك في الكأس ، ونصب تدريجياً محلول برمونغناط البوتاسيوم من السحاحة حتى نقطة التكافؤ .
- 2 معادلة تفاعل المعايرة :



3- تميز نقطة التكافؤ بعدم اختفاء اللون البنفسجي المميز لمحلول برمغنتات البوتاسيوم في الكأس .

4- الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة :

<b>معادلة التفاعل</b>							
$n(C_2O_4H_2)$	$n(MnO_4^-)$	$n(H^+)$	$n(CO_2)$	$n(Mn^{2+})$	$n(H_2O)$	التقدم	حالة المجموعة
$n_i(C_2O_4H_2)$	$n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-)$	وغير	0	0	وغير	0	الحالة البدئية
$n_i(C_2O_4H_2) - 5x$	$n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-) - 2x$	وغير	$10x$	$2x$	وغير	$x$	خلال التطور
$n_i(C_2O_4H_2) - 5x_{\text{éq}}$	$n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-) - 2x_{\text{éq}}$	وغير	$10x_{\text{éq}}$	$2x_{\text{éq}}$	وغير	$x_{\text{éq}}$	الحالة النهائية

5- عند التكافؤ نكتب :

$$\begin{cases} n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-) - 2x_{\text{éq}} = 0 \\ n_i(C_2O_4H_2) - 5x_{\text{éq}} = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-) = 2x_{\text{éq}} = 0 \\ n_i(C_2O_4H_2) = 5x_{\text{éq}} \end{cases}$$

$$\frac{n_i(C_2O_4H_2)}{5} = \frac{n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-)}{2} = x_{\text{éq}}$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} n_{\text{المضاف}}(MnO_4^-)$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} C_1 V_{\text{éq}}$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = \frac{5}{2} \times 10^{-1} \times 10.10^{-3}$$

$$n_i(C_2O_4H_2) = 2.5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

6- تركيز الحمض في محلول المائي البدئي:

$$C_2 = \frac{n_i(c_2O_4H_2)}{V_2}$$
$$\Rightarrow C_2 = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}}$$

$$C_2 = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

حساب الكتلة  $m$  للحمض التي يجب إذابتها في  $V=100\text{mL}$  للحصول على هذا محلول المدروس :

$$\begin{cases} C_2 = \frac{n}{V} \\ n = \frac{m}{M} \end{cases} \Rightarrow C_2 = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$m = C_2 \cdot M \cdot V$$

ت.ع:

$$M=M(C_2O_4H_2)=2M(C)+4M(O)+2M(H)=2\times 12+4\times 16+2\times 1=90\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = 0,1 \times 90 \times 100 \cdot 10^{-3}$$

$$m = 0,9\text{g}$$