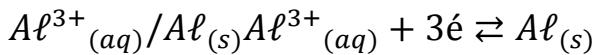
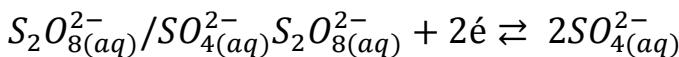
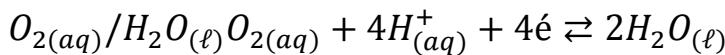
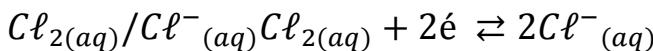
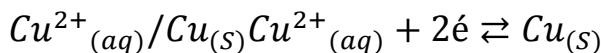


# تمارين تفاعلات أكسدة - اختزال

تمرين 1:

نصف المعادلة المزدوجة



تمرين 2:

أ- نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة  $I_{2(aq)}/I^{-}_{(aq)}$  هي :



نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة  $Cr_2O^{2-}_{7(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}$  هي :



لكتابة معادلة تفاعل أكسدة اختزال ، نجمع نصفي المعادلتين الإلكترونتين بعد ضرب المعادلة الأولى في العدد 3 والثانية في العدد 1:



ب-نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة  $Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}$  هي:



نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة :  $MnO_4^- / Mn_{(aq)}^{2+}$



معادلة أكسدة - اختزال نحصل عليها بجمع طرفي نصفي المعادلتين  $5 \times (1)$  و  $1 \times (2)$  نحصل على :



ب- نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة :  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(S)}$



نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجة :  $NO_3^-_{(aq)} / NO_{(g)}$



معادلة أكسدة - اختزال نحصل عليها بجمع طرفي نصفي المعادلتين  $3 \times (1)$  و  $2 \times (2)$  نحصل على :



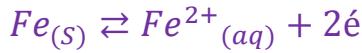
## تمرين 3:

1- المزدوجتان Ox/Réd المتفاعلتان هما :

2- نصف المعادلة الألكترونية المقرونة بالمزدوجة :  $H^+_{(aq)} / H_{2(S)}$  و  $Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(S)}$



نصف المعادلة الألكترونية المقرونة بالمزدوجة :  $Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(S)}$



3- معادلة تفاعل أكسدة - اختزال الحاصل :



لحساب حجم الغاز المتصاعد ننشئ الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل				
كميات المادة بالمول				الحالة
$n_i(Fe)$	$n_i(H^+)$	0	0	البدئية
$n_i(Fe) - x$	$n_i(H^+) - 2x$	$x$	$x$	الوسطيّة
$n_i(Fe) - x_{max}$	$n_i(H^+) - 2x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$	النهايّة

بما أن الحديد اختفى كله فإنه المتفاصل المحد وبالتالي :

$$n_i(Fe) - x_{max} = 0$$

$$n_i(Fe) = \frac{m}{M(Fe)} = x_{max}$$

حسب الجدول الوصفي :

$$n(H_2) = x_{max} = \frac{V_1}{V_m}$$

$$V_1 = x_{max} V_m$$

$$V_1 = \frac{m}{M(Fe)} V_m$$

ت.ع:

$$V_1 = \frac{3}{56} \times 24$$

$$V_1 = 1,28L$$

- حسب الجدول الوصفي كمية مادة الحمض البدئية تساوي :

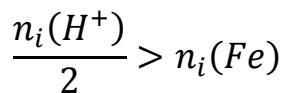
$$n_i(H^+) = CV = 1 \times 0,2 = 0,2 mol$$

كمية مادة الحديد البدئية :

$$n_i(Fe) = \frac{m}{M(Fe)} = \frac{3}{56} = 5,36 \cdot 10^{-2} mol$$

لنقارن  $\frac{n_i(H^+)}{2}$  و  $n_i(Fe)$

نلاحظ أن :



ومنه فإن الحمض موجود بوفرة .

5- 6.1- اسم الراسب المتكون هو هيدروكسيد الحديد II صيغته  $Fe(OH)_{2(s)}$ .

6.2- معادلة التفاعل :



6.3- حساب كتلة الراسب :

حسب معادلة تفاعل الترسيب :  $n(Fe^{2+}) = n(Fe(OH)_2)$

حسب الجدول الوصفي :

$$n(Fe^{2+}) = x_{max}$$

من جهة أخرى :

$$n(Fe(OH)_2) = \frac{m((Fe(OH)_2))}{M((Fe(OH)_2))}$$

نحصل على :

$$m((Fe(OH)_2)) = x_{max}M(Fe(OH)_2)$$

ت.ع:

$$m((Fe(OH)_2)) = 5,36 \cdot 10^{-2} mol \times (56 + 2 \times (1 + 16))$$

$$m((Fe(OH)_2)) = 8,52 g$$

تمرين 4 :

1- إمكانية حدوث التفاعل :  
يمكن أن يحدث تفاعل أكسدة اختزال بين أيونات ثيوكبريتات  $S_2O_3^{2-}_{(aq)}$  التي تلعب دور المختزل و ثنائي اليود  $I_2(aq)$  التي تلعب دور المؤكسد .

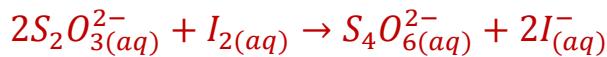
2- نصف المعادلة الإلكترونية :  
بالنسبة للمزدوجة  $\rightarrow I_2(aq)/I^-_{(aq)}$



بالنسبة للمزدوجة  $\rightarrow S_4O_6^{2-}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}_{(aq)}$



المعادلة الحصيلة :



3- تفسير الملاحظة:

يختفي لون محلول تدريجيا لأن ثنائي اليود  $I_2$  الملون للمحلول تستهلك تدريجيا ، حتى يصبح محلول عديم اللون عند الإستهلاك الكلي ل  $I_2$  .

جدول التقدم :

$2S_2O_{3(aq)}^{2-} + I_{2(aq)} \rightarrow S_4O_{6(aq)}^{2-} + 2I_{(aq)}^-$				معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول				الحالات	التقدم
$n_i(S_2O_3^{2-})$	$n_i(I_2)$	0	0	0	البدئية
$n_i(S_2O_3^{2-}) - 2x$	$n_i(I_2) - x$	$x$	$2x$	$x$	الوسطية
$n_i(S_2O_3^{2-}) - 2x_{max}$	$n_i(I_2) - x_{max}$	$x_{max}$	$2x_{max}$	$x_{max}$	النهائية

عند الإخفاء الكلي ل  $I_2$  نكتب :

$$n_i(I_2) = x_{max} \Leftarrow n_i(I_2) - x_{max} = 0$$

$$n_i(S_2O_3^{2-}) - 2x_{max} = 0$$

$$n_i(S_2O_3^{2-}) = 2x_{max}$$

$$x_{max} = n_i(I_2) = \frac{n_i(S_2O_3^{2-})}{2}$$

$$C_2V_2 = \frac{C_1V_1}{2}$$

$$V_1 = \frac{2C_2V_2}{C_1}$$

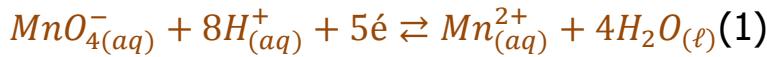
ت.ع:

$$V_1 = \frac{2 \times 1,85 \cdot 10^{-3} \times 10}{1,48 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_1 = 25mL$$

تمرين 5 :

-1- أ- بالنسبة للمزدوجة :  $MnO_4^- / Mn_{(aq)}^{2+}$

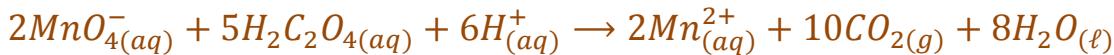


بالنسبة للمزدوجة :  $C O_2(g) / H_2C_2O_4(aq)$



ت- معادلة تفاعل أكسدة اختزال :

نجمع المعادلين الإلكترونيتين طرفا بطرف بعد ضرب (1) في 2 و (2) في 5  
بعد الإختزال نحصل على المعادلة الحصيلة :



-2- كمية مادة أيونات  $MnO_4^-_{(aq)}$  البدئية الموجودة في في الحجم 25mL هي :

$$n_i(MnO_4^-_{(aq)}) = C_o V_o$$

$$n_i(MnO_4^-_{(aq)}) = 0,01 \times 25.10^{-3}$$

$$n_i(MnO_4^-_{(aq)}) = 2,5.10^{-4} mol$$

-كمية مادة جزيئات حمض الأوكساليك  $H_2C_2O_4(aq)$  البدئية المتواجدة في الحجم 20mL هي:

$$n_i(H_2C_2O_4(aq)) = C_r V_r$$

$$n_i(H_2C_2O_4(aq)) = 0,1 \times 2.10^{-3}$$

$$n_i(H_2C_2O_4(aq)) = 2.10^{-4} mol$$

-3- الجدول الوصفي :

نقتصر على كتابة المتفاعلات فقط :

معادلة التفاعل		
كميات المادة بالمول		الحالات
$n_i(MnO_4^-_{(aq)})$	$n_i(H_2C_2O_4^-_{(aq)})$	البدئية 0
$n_i(MnO_4^-_{(aq)}) - 2x$	$n_i(H_2C_2O_4^-_{(aq)}) - 5x$	الوسطية $x$
0 متفاعل محد	$n_i(H_2C_2O_4^-_{(aq)}) - 5x_{max}$	النهاية $x_{max}$

لدينا :

$$2,5 \cdot 10^{-4} - 2x_{max} = 0$$

$$x_{max} = 1,25 \cdot 10^{-4} mol$$

- تركيز أيونات  $MnO_4^-_{(aq)}$  قبل التفاعل :

$$[MnO_4^-] = \frac{n_i(MnO_4^-_{(aq)})}{V}$$

مع  $V$  الحجم الكلي للمحلول :

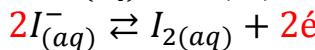
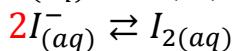
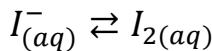
$$V = 25 + 20 + 5 = 50 mL$$

$$[MnO_4^-] = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} mol}{50 \cdot 10^{-3} L}$$

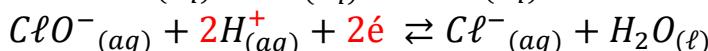
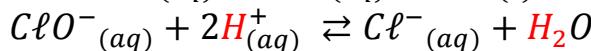
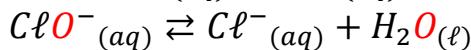
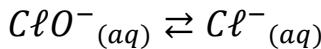
$$[MnO_4^-] = 5 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$$

تمرين 6:

1- المزدوجة الثانية :  $I_2(aq)/I_-(aq)$   
نصف معادلة المزدوجتين :



نصف معادلة المزدوجة :  $C\ell O^-_{(aq)}/C\ell^-_{(aq)}$

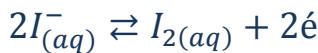


2- المعادلة الحصيلة :

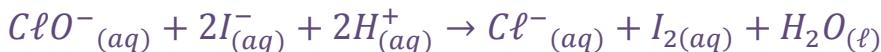
نصف معادلة الاختزال :



نصف معادلة الأكسدة :



المعادلة الحصيلة:



3- نستعمل حمض الكبريتيك المكز لتوفير لأية نات  $H^+$  ، لأن التفاعل يستوجب وسط حمضي لكي يتم .

4- الجدول الوصفي للتفاعل :

$C\ell O^-_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow C\ell^-_{(aq)} + I_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)}$						معادلة التفاعل	
كميات المادة بالمول						التقدم	المجموعة
$4.10^{-2}$	$6.10^{-2}$	وغير	0	0	وغير	0	البدئية
$4.10^{-2} - x$	$6.10^{-2} - x$	وغير	x	x	وغير	x	الوسطية
$4.10^{-2} - x_{max}$	$6.10^{-2} - 2x_{max}$	وغير	$x_{max}$	$x_{max}$	وغير	$x_{max}$	النهاية

حساب التقدم الأقصى :

$$\begin{cases} 4.10^{-2} - x_{max1} = 0 \\ 6.10^{-2} - 2x_{max2} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{max1} = 4.10^{-2} mol \\ x_{max2} = 3.10^{-2} mol \end{cases}$$

$$\Rightarrow x_{max2} < x_{max1}$$

المتفاعل المحد هو  $I^-_{(aq)}$  و التقدم الأقصى هو  $x_{max} = 3.10^{-2} mol$

5- الحصيلة الكيميائية لكمية المادة عند نهاية التفاعل :

$$n_f(C\ell O^-) = 4.10^{-2} - x_{max} = 10^{-2} mol$$

$$n_f(I^-) = 6.10^{-2} - 2x_{max} = 0$$

$$n_f(C\ell^-) = n_f(I_{2(aq)}) = x_{max} = 3.10^{-2} mol$$

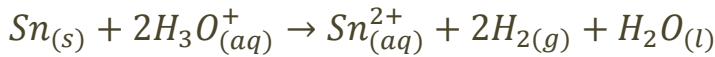
تمرين 7:

1- المزدوجتان المتفاعلاتان هما :  $H_3O_{(aq)}^+$ / $H_2O_{(l)}$  و  $Sn_{(aq)}^{2+}$ / $Sn_{(s)}$

2- المعادلتان الإلكترونيتان :  
 :  $Sn_{(aq)}^{2+}$ / $Sn_{(s)}$   
 $Sn_{(s)} \rightleftharpoons Sn_{(aq)}^{2+} + 2e^-$

:  $H_3O_{(aq)}^+$ / $H_2O_{(l)}$   
 $2H_3O_{(aq)}^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

3- المعادلة الحصيلة :



4- الجدول الوصفي :

معادلة التفاعل					القدم	المجموعة
كميلت المادة ب mol						
$n_i(Sn)$	$n_i(H_3O^+)$	0	0	وغير	0	البدئية
$n_i(Sn) - x$	$n_i(H_3O^+) - 2x$	$2x$	$x$	وغير	$x$	الوسطيّة
$n_i(Sn) - x_{max}$	$n_i(H_3O^+) - 2x_{max}$	$2x_{max}$	$x_{max}$	وغير	$x_{max}$	النهاية

4.1- كتلة الفلز المتوضع :

عند نهاية التفاعل يختفي القصدير كلّياً ومنه :

$$n_i(Sn) = x_{max} \quad \text{أي} : \quad n_i(Sn) - x_{max} = 0 \\ \text{كما أن:}$$

$$n_f(H_2) = 2x_{max}$$

نعلم أن :

$$\begin{cases} n_i(Sn) = \frac{m}{M(Sn)} \\ n_f(H_2) = \frac{v}{V_m} \end{cases} \Rightarrow \frac{2m}{M(Sn)} = \frac{v}{V_m}$$

$$m = \frac{v \cdot M(Sn)}{2V_m}$$

ت.ع:

$$m = \frac{153.10^{-3} \times 118,7}{2 \times 24}$$

$$m = 0,378g$$

4.2- حساب النسبة المئوية الكتليلية للنحاس والبرونز في الأشابة :

$$\%_{(Sn)} = \frac{m(Sn)}{m} = \frac{0,378}{3} = 12,6\%$$

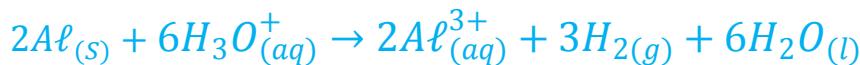
$$\%_{(Cu)} = \frac{m - m(Sn)}{m} = 1 - \frac{m(Sn)}{m} = 87,4\%$$

**تمرين 8 :**

1- يتم إبراز وجود الألومنيوم في محلول بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم ، إذ يتكون راسب أبيض قابل الذوبان في وفرة الصودا (هيدروكسيد الصوديوم) . يتم الكشف عن ثنائي الهيدروجين بكونه يحدث تفرقعا بالقرب من لهب .

2- تفاعل أكسدة اختزال .

3- معادلة تفاعل أكسدة - اختزال :



المؤكسد هو  $H_3O^+$  والمختزل هو  $A\ell$  .

4- حساب كمية المادة لكل من المتفاعلين :

$$n_i(A\ell) = \frac{m}{M(A\ell)} = \frac{0,135}{27} = 5.10^{-3} mol$$

$$n_i(H_3O^+) = C.V = 0,02 \times 0,05 = 10^{-3} mol$$

5- الجدول الوصفي :

$2A\ell_{(S)} + 6H_3O_{(aq)}^+ \rightarrow 2A\ell_{(aq)}^{3+} + 3H_2(g) + 6H_2O_{(l)}$	معادلة التفاعل
كميلت المادة ب $mol$	التقدم
$n_i(A\ell)$	المجموعة البدئية
$n_i(A\ell) - 2x$	الوسطيّة
$n_i(A\ell) - 2x_{max}$	النهايّة

\*إذا كان  $A\ell$  هو المتفاعل المحد فإن :

$$n_i(A\ell) - 2x_{max1} = 0$$

$$x_{max1} = \frac{n_i(A\ell)}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-3} mol}{2} = 2,5 \cdot 10^{-3} mol$$

\*إذا كان  $H_3O^+$  هو المتفاعل المهد فإن :

$$n_i(H_3O^+) - 6x_{max2} = 0$$

$$x_{max2} = \frac{n_i(H_3O^+)}{6} = \frac{10^{-3} mol}{6} = 1,67 \cdot 10^{-4} mol$$

$x_{max2} < x_{max1}$  : نلاحظ أن \*

وبالتالي يكون التقدم الأقصى هو  $x_{max} = 1,67 \cdot 10^{-4} mol$  والمتفاعل المحد هو  $H_3O^+$ .

## 6- حصيلة المادة عند نهاية التفاعل :

$$n_f(A\ell) = n_i(A\ell) - 2x_{max} = 5 \cdot 10^{-3} mol - 2 \times 1,67 \cdot 10^{-4} mol$$

$$n_f(A\ell) = 4,67 \cdot 10^{-3} mol$$

لأن  $H_3O^+$  متفاعل محد .  $n_f(H_3O^+) = 0$

$$n_i(A\ell^{3+}) = 2x_{max} = 2 \times 1,67 \cdot 10^{-4} mol = 3,34 \cdot 10^{-4} mol$$

$$n_f(H_2) = 3x_{max} = 3 \times 1,67 \cdot 10^{-4} mol = 5,01 \cdot 10^{-4} mol$$

#### 7- حساب تركيز أيونات الألومنيوم :

$$[A\ell^{3+}] = \frac{n_f(A\ell^{3+})}{V} = \frac{3,34 \cdot 10^{-4} mol}{0,02 L} = 1,67 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$$

8- حساب  $V(H_2)$  حجم ثانئي الهيدروجين المتضاد :

نعتب غاز ثبای الهيدروجين ونطبيق معادلة الغازات الكاملة :

$$P.V(H_2) = n_f(H_2).R.T$$

$$V(H_2) = \frac{n_f(H_2) \cdot R \cdot T}{P}$$

ت.ع:

$$V(H_2) = \frac{5,01 \cdot 10^{-4} mol \times ,314(273 + 25)}{10^5}$$

$$V(H_2) = 1,24 \cdot 10^{-5} m^3 = 12,4 mL$$

## تمرين ٩:

١- بماء ملحل ممض التريك مركز ، فيجب تفادي لمسه باليد (أي يجب استعمال القفازين ) ، كما أن غاز أحادي اوكسيد الأزوت غاز خانق فيجب تفادي استنشاقه .

زرقة محلول ناتج عن تكون أيونات النحاس II .

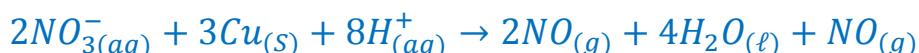
## 2- المذوّجتان المتفاعلتان هما :



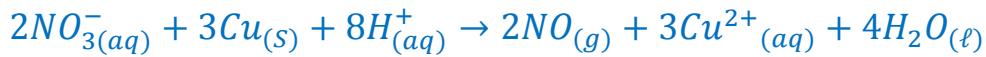
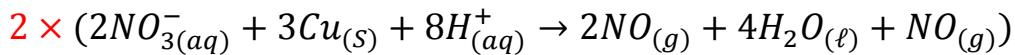
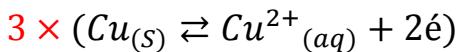
نصف المعادلة الالكترونية للمزدوجة :  $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(S)}$



نصف المعادلة الالكترونية للمزدوجة:  $NO_{(g)}^- / NO_{(g)}$



### **3- المعايير الحصيلة :**



المؤكسد هو  $Cu_{(S)}$  والمختزل هو  $NO_{3(aq)}^-$ .

- جدول التقدم :

حساب كميات المادة البدئية للمتفاعلات :

$$n_i(Cu) = \frac{m}{M(Cu)} \cdot \frac{6,35 \cdot 10^{-3}}{63,5} = 10^{-4} mol$$

$$n_i(NO_3^-) = n_i(H^+) = C \cdot V = 0,5 \times 0,2 = 0,1 mol$$

معادلة التفاعل							
كميات المادة بالمول						التقدم	المجموعة
0,1	$10^{-4}$	0,1	0	0	وغير	0	البدئية
$0,1 - 2x$	$10^{-4} - 3x$	$0,1 - 8x$	$2x$	$3x$	وغير	$x$	الوسطية
$0,1 - 2x_{max}$	$10^{-4} - 3x_{max}$	$0,1 - 8x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$	وغير	$x_{max}$	النهائية

يمثل Cu المتفاعل المحد نكتب :

$$n_f(Cu) = 10^{-4} - 3x_{max} = 0$$

$$x_{max} = \frac{10^{-4}}{3} = 3,33 \cdot 10^{-5} mol$$

$$n_f(NO_3^-) = 0,1 - 2x_{max} = 0,1 - 6,66 \cdot 10^{-5}$$

$$n_f(NO_3^-) = 99,93 \cdot 10^{-3} mol$$

$$n_f(Cu) = 0$$

$$n_f(H^+) = 0,1 - 8x_{max} = 9,97 \cdot 10^{-2} mol$$

$$n_f(Cu^{2+}) = 3x_{max} = 9,99 \cdot 10^{-5} mol$$

$$n_f(NO) = 2x_{max} = 6,66 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

- حساب تركيز أيونات النترات :

$$[NO_3^-] = \frac{n_f(NO_3^-)}{V} = \frac{99,93 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,2L}$$

$$[NO_3^-] = 0,50 \text{ mol/L}$$

- حجم الغاز المتتساعد (V(NO) :

$$n_f(NO) = \frac{V(NO)}{V_m} \Rightarrow$$

$$V(NO) = n_f(NO) \cdot V_m = 6,66 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \times \frac{24L}{\text{mol}}$$

$$V(NO) = 1,60 \cdot 10^{-3} L = 1,60 \text{ mL}$$