

التَّار 2022/03/15
المدة: 02 س

المادة: فيزياء
المستوى: 2 ثانوي

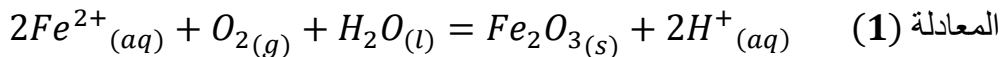
اختبار الفصل

التمرين الأول: (7ن)

يعتبر الصدأ من المشكلات الخطيرة والمكلفة جدًا إذ قد يتسبب في انهيار البنايات، إتلاف خطوط أنابيب نقل النفط، تسمم الأدوية والأغذية... فمثلاً، 20% من الإنتاج السنوي للحديد في الولايات المتحدة الأمريكية يُوجّه لاستبدال الحديد المتآكل. يحدث صدأ الحديد عند وجود الماء والأكسجين حيث يوفّران معا شروطا مناسبة لانتقال الإلكترونات من الحديد نحو الأكسجين فيتآكل الحديد.

يهدف التمرين إلى دراسة صلاحية عينة من الحديد موجهة للبناء عن طريق وضع العينة في شروط تجريبية محددة حسب المقاييس الدولية ثم نحدد الكتلة المتأكلة بعد مرور 6 ساعات

1. هل الحديد مؤكسد أم مرجع في عملية الصدأ؟ علّل
 2. هل ما حدث للأكسجين أكسدة أم إرجاع؟
 3. اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع، ثم المعادلة الاجمالية للتفاعل الحادث علماً أنّ الشنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: (O_2/H_2O) و (Fe^{2+}/Fe)
- شوارد الحديد Fe^{2+} المتشكلة هي الأخرى تفقد إلكترونات فتُصبح Fe^{3+} والتي تشكّل بعد ذلك الصدأ Fe_2O_3 وفق المعادلة التالية:



بعد مرور 6 ساعات، نأخذ العينة المدروسة ونحضّر منها محلولاً من Fe^{2+} حجمه $V_0 = 100ml$ ثم نأخذ منه 5 ml ونمدّه 10 مرّات و نضيف له قطرات من حمض الكبريت المركز H_2SO_4 ثم نعايره بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$ تركيزه المولي $C_b = 2.10^{-5} mol/l$.

نحصل على التكافؤ عند بقاء حجم $V_b = 11ml$ في السحاحة التي سعتها 20 ml.

4. لماذا نضيف حمض الكبريت المركز؟ ولماذا نمدّد المحلول قبل المعايرة؟
5. اذكر البروتوكول التجريبي للمعايرة مع الرّسم.
6. اذكر خصائص تفاعل المعايرة.
7. اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع، ثم المعادلة الاجمالية للتفاعل الحادث علماً أنّ الشنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: (Fe^{3+}/Fe^{2+}) و (MnO_4^-/Mn^{2+})
8. عرّف التكافؤ.
9. برهن علاقة التكافؤ ثم احسب تركيز شوارد الحديد Fe^{2+} الممدّد ثم استنتج التركيز الأصلي C_0 .
10. بالاعتماد على جدول تقدّم المعادلة (1)، وعلماً أنّ Fe^{2+} هو المتفاعل المحدّ:

$$أ. \text{ بيّن أنّ: } m(Fe_2O_3) = \frac{1}{2} C_0 V_0 \times M(Fe_2O_3)$$

ب. استنتج كتلة الصدأ المتشكلة.

حسب شروط البناء فإنّ كتلة الصدأ المسموح بها خلال 6 ساعات هي 10mg، هل هذه العينة صالحة للاستعمال؟

يُعطى: $M(O) = 16 g/mol$ ، $M(Fe) = 56 g/mol$

التمرين الثاني: (10ن)



يعتبر نترات الأمونيوم كمادة أولية في الصناعات الكيميائية وذلك لاستعمالاته العديدة (يستعمل كمتفجر في المناجم، عند إذابته في الماء يحدث تفاعل ماص للحرارة يسهم في صناعة أكياس التبريد التي توضع على الجلد...) غير أنه قد يتسبب في كوارث كبيرة إذا لم يتم تخزينه وفق شروط معينة (انفجار مرفأ بيروت سنة 2020).

لكن أهم مجال تستعمل فيه هذه المنتجات الصناعية الآزوتية هو المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الآزوت الذي يُعدّ من العناصر الضرورية لتخصيب التربة.

يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم NH_4NO_3 حيث كُتب على لاصقة الكيس المعلومة التالية:

• النسبة المئوية الكتلية لعنصر الآزوت في المنتج $P = 33,5\%$

الجزء الأول:

يهدف إلى التحقق من صحة النسبة المئوية الكتلية للآزوت في هذا المنتج الصناعي

نذيب عينة من المنتج الصناعي كتلتها $m = 6g$ في حجم $250cm^3$ من الماء النقي فنحصل على محلول (S_0) ثم نمده 5 مرات فنحصل على محلول (S_1) .

1. اكتب معادلة انحلال نترات الأمونيوم في الماء واستنتج الصيغة الشاردية له.

نأخذ $10 ml$ من (S_1) و نعايره بواسطة هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه $c_b = 0,04 mol/l$ نصل إلى التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{be} = 14 ml$.

2. ما هو الكاشف/الكواشف المناسبة لهذه المعايرة؟ اشرح

(OH^-) أساس قوي و (NH_4^+) حمض ضعيف

3. حدّد لون المزيج في كلّ مرحلة (قبل التكافؤ- عند التكافؤ- بعد التكافؤ).

4. عرّف الحمض والأساس حسب برونستد.

5. اكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل المعايرة و بين الثنائيتين الداخلتين في التفاعل.

6. أنشئ جدول تقدّم التفاعل و بين أنّ التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) هو $C_1 = 0,056 mol/l$.

7. احسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) ثم استنتج كتلة نترات الأمونيوم النقية.

8. احسب كتلة الآزوت في العينة النقية. يُعطى: $M(NH_4NO_3) = 80 g/mol$ ، $M(N) = 14 g/mol$

9. علما أنّ كتلة الآزوت هي نفسها في العينة النقية وفي العينة الكلية:

• احسب النسبة الكتلية للآزوت في العينة الكلية. هل ما كُتب على اللاصقة صحيح؟

الجزء الثاني:

بالاعتماد على جدول التقدّم (سؤال 6 جزء 1):

1. أعط تركيب المزيج عند إضافة:

$$V_b = 17 ml$$

$$V_b = 14 ml$$

$$V_b = 6 ml$$

نريد التحقق من نتائج المعايرة السابقة عن طريق قياس الناقلية.

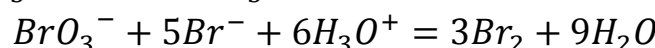
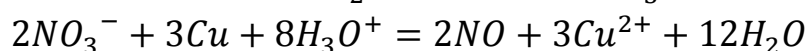
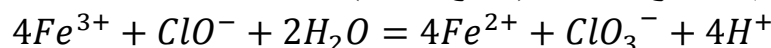
2. أيهما أكثر دقة، المعايرة اللونية أم المعايرة بقياس الناقلية؟ اشرح

3. توقّع شكل بيان تغيّر الناقلية النوعية بدلالة الحجم المضاف $\sigma = f(V_b)$ و اشرح كلّ جزء منه.

$$\lambda_{OH^-} = 20 ms.m^2/mol \quad \lambda_{NH_4^+} = 7,4 ms.m^2/mol \quad \lambda_{Na^+} = 5,01 ms.m^2/mol$$

التمرين الثالث: (3ن)

اكتب المعادلات النصفية ثم استخرج الثنائيتين (مرجع/مؤكسد) الموافقة لكلّ معادلة:



بالتوفيق للجميع

تصحيح امتحان الفصل الثاني في العلوم الفيزيائية

إعداد: بن طاهر

10. استنتاج العلاقة:

	$2Fe^{2+}$	$+ O_2 + H_2O = Fe_2O_3 + 2H^+$			
t_0	n_0	n_b	المزيج	0	المزيج
t	$n_0 - 2x$	$n_b - x$		x	
t_f	$n_0 - 2x_{max}$	$n_b - x_{max}$		x_{max}	

Fe^{2+} هو المتفاعل المحدّ إذن:

$$n_f(Fe^{2+}) = 0$$

$$n_0 - 2x_{max} = 0$$

$$x_{max} = \frac{n_0}{2}$$

$$x_{max} = \frac{C_0 V_0}{2}$$

ولدينا أيضاً جدول التقدّم:

$$n_f(Fe_2O_3) = x_{max}$$

$$n_f(Fe_2O_3) = \frac{C_0 V_0}{2}$$

و:

$$n_f(Fe_2O_3) = \frac{m(Fe_2O_3)}{M(Fe_2O_3)}$$

إذن:

$$n_f(Fe_2O_3) = \frac{m(Fe_2O_3)}{M(Fe_2O_3)} = \frac{C_0 V_0}{2}$$

أي:

$$m(Fe_2O_3) = \frac{1}{2} C_0 V_0 \times M(Fe_2O_3)$$

11. كتلة الصّدأ:

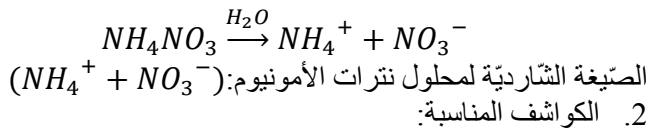
$$m(Fe_2O_3) = 1,44 \text{ mg}$$

$$1,44 \text{ mg} < 10 \text{ mg} \text{ إذن العينة صالحة للاستعمال}$$

التمرين 2:

الجزء 1:

1. معادلة الانحلال:



حمض ضعيف + أساس قويّ معناه التكافؤ يحدث عند $pH > 7$ إذن:

BBT و فينول فتالين

3. لون المزيج:

✓ قبل التكافؤ: أصفر

✓ عند التكافؤ: أخضر

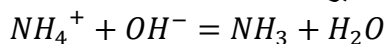
✓ بعد التكافؤ: أزرق

4.

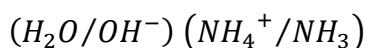
✓ الحمض: فرد كيميائي يكسب بروتون H^+ أو أكثر

✓ الأساس: فرد كيميائي يفقد بروتون H^+ أو أكثر

5. معادلة المعايرة:



الثنائيتين:



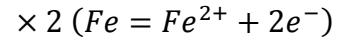
التمرين 1:

1. بمأن الحديد فقد إلكترونات إذن هو مرجع

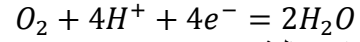
2. الأكسجين اكتسب إلكترونات إذن حدث له إرجاع

3.

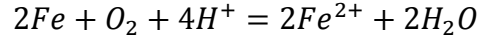
• المعادلة 1/2 للأكسدة:



• المعادلة 1/2 للإرجاع:



• المعادلة الإجمالية:



4.

• نضيف حمض الكبريت المركز لتزويد الوسط التفاعلي

بالبروتونات H^+ اللازمة لحدوث التفاعل أكسدة إرجاع إذ من

دونها لا ينطلق التفاعل

• نمدد المحلول قبل المعايرة حتّى يكون حجم السخّاحة كافياً

لبلوغ التكافؤ وإلا سنضطرّ لملء السخّاحة مرّات أخرى وأيضاً

لتسهيل حركية الشوارد في المحلول وبالتالي الحصول على نتائج

أكثر دقّة خاصة في المعايرة عن طريق الناقلية.

5. البروتوكول التجريبي + الرّسم (انظر الرّاس)

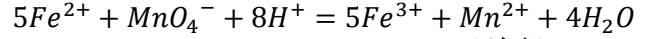
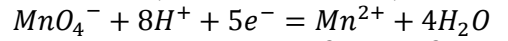
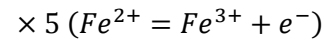
6. خصائص تفاعل المعايرة

✓ تامّ

✓ سريع

✓ ناشر للحرارة

7.



8. علاقة التكافؤ:

	$5Fe^{2+} + MnO_4^{-} + 8H^{+} = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$					
t_0	n_1	n_b	المزيج	0	0	المزيج
t	$n_1 - 5x$	$n_b - x$		$5x$	x	
t_f	$n_1 - 5x_{max}$	$n_b - x_{max}$		$5x_{max}$	x_{max}	

عند التكافؤ: المزيج ستوكيومترى:

$$n_E(MnO_4^-) = 0$$

$$n_b - x_E = 0$$

$$x_E = n_b$$

$$n_E(Fe^{2+}) = 0$$

$$n_1 - 5x_E = 0$$

$$x_E = \frac{n_1}{5}$$

إذن:

$$\frac{n_1}{5} = n_b$$

• من علاقة التكافؤ لدينا:

$$\frac{n_1}{5} = n_b$$

$$\frac{C_1 V_1}{5} = C_b V_{bE}$$

إذن:

$$C_1 = \frac{5C_b V_{bE}}{V_1}$$

$$C_1 = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

• استنتاج C_0 :

$$F = \frac{C_0}{C_1} \rightarrow C_0 = F \times C_1$$

$$C_0 = 1,8 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$			
t_0	n_1	n_b	0
t	$n_1 - x$	$n_b - x$	x
t_f	$n_1 - x_{max}$	$n_b - x_{max}$	x_{max}

عند التكافؤ المزيج ستوكيومترى:

$$\begin{array}{l|l} n_E(OH^-) = 0 & n_E(NH_4^+) = 0 \\ n_b - x_E = 0 & n_1 - x_E = 0 \\ x_E = n_b & x_E = n_1 \end{array}$$

$$n_1 = n_b \rightarrow C_1 V_1 = C_b V_{bE}$$

$$C_1 = 0,056 \text{ mol/l}$$

7. حساب C_0 :

$$F = \frac{C_0}{C_1} \rightarrow C_0 = F \times C_1$$

$$C_0 = 0,28 \text{ mol/l}$$

كتلة الأمونيوم النقيّة:

$$n(NH_4NO_3) = \frac{m}{M} = C_0 V_0$$

$$m = C_0 V_0 M$$

$$m = 5,6g$$

8. كتلة الأزوت:

$$M(NH_4NO_3) \rightarrow m(NH_4NO_3)$$

$$2M(N) \rightarrow m(N)?$$

$$m(N) = \frac{2M(N) \times m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)}$$

$$= \frac{2 \times 14 \times 5,6}{80} = 1,96g$$

9. حساب النسبة المئوية للأزوت في العينة:

$$P\% = \frac{m(N)}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{1,96}{6} \times 100 = 32,7\%$$

بمأن $32,7\% \approx 33,5\%$ إذن ما كُتب على اللاصقة صحيح

الجزء 2:

• تركيب المزيج عند إضافة 6ml:
أي قبل التكافؤ المتفاعل المحدّ هو OH^-
إذن:

$$\begin{array}{l} n(OH^-) = 0 \\ n_b - x_{max} = 0 \\ x_{max} = n_b = C_b V_b \\ x_{max} = 2,4 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = n_1 - x_{max} \\ n(OH^-) = n_2 - x_{max} \\ n(NH_3) = x_{max} \end{array}$$

(لأنّها لم تشارك في التفاعل) $n(Na^+) = n_2 = C_b V_b$

(لأنّها لم تشارك في التفاعل) $n(NO_3^-) = n_1 = C_1 V_1$

بتعويض قيمة x_{max} نجد:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = 3,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(OH^-) = 0 \\ n(NH_3) = 2,4 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(Na^+) = 2,4 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(NO_3^-) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

• تركيب المزيج عند إضافة 14ml:

أي عند التكافؤ المتفاعل المحدّ هو OH^- و NH_4^+ (المزيج يكون في شروط ستوكيومترية)

$$\begin{array}{l} n_E(OH^-) = 0 \\ n_E(NH_4^+) = 0 \end{array}$$

إذن:

$$\begin{array}{l} n_b - x_{max} = 0 \\ n_1 - x_{max} = 0 \end{array}$$

أي:

$$\begin{array}{l} x_{max} = n_b = n_1 = C_b V_{bE} \\ x_{max} = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = n_1 - x_{max} \\ n(OH^-) = n_2 - x_{max} \\ n(NH_3) = x_{max} \\ n(Na^+) = n_2 \\ n(NO_3^-) = n_1 = C_1 V_1 \end{array}$$

بتعويض قيمة x_{max} نجد:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = 0 \\ n(OH^-) = 0 \\ n(NH_3) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(Na^+) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(NO_3^-) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

• تركيب المزيج عند إضافة 17ml:

أي بعد التكافؤ المتفاعل المحدّ هو NH_4^+

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = 0 \\ n_1 - x_{max} = 0 \\ x_{max} = n_1 = C_1 V_1 \\ x_{max} = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = n_1 - x_{max} \\ n(OH^-) = n_2 - x_{max} \\ n(NH_3) = x_{max} \\ n(Na^+) = n_2 \\ n(NO_3^-) = n_1 = C_1 V_1 \end{array}$$

بتعويض قيمة x_{max} نجد:

$$\begin{array}{l} n(NH_4^+) = 0 \\ n(OH^-) = 1,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(NH_3) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(Na^+) = 6,8 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ n(NO_3^-) = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{array}$$

2.

المعايرة بالنّاقليّة أكثر دقّة بسبب:

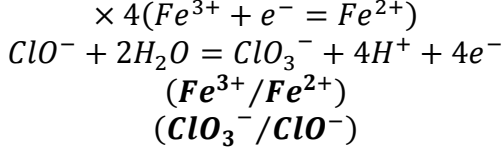
- ✓ في المعايرة اللّونية يصعب تحديد نقطة التكافؤ بدقّة لتغيّر لون المزيج مباشرة من الأصفر إلى الأزرق (صعوبة التوقّف عند اللون الأخضر)
- ✓ في حال اختيار الكاشف الغير مناسب، يتغيّر لون المحلول في نقطة بعيدة جدّا عن نقطة التكافؤ **Endpoint** لا يتوافق مع **Equivalent point**

point

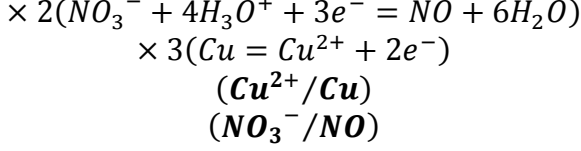
- ✓ ثُمّكنا من متابعة تفاعل حمض ضعيف - أساس ضعيف
- ✓ سهولة التركيب مع إمكانية استعمال المتابعة الرّقمية بواسطة الحاسوب

التمرين 3:

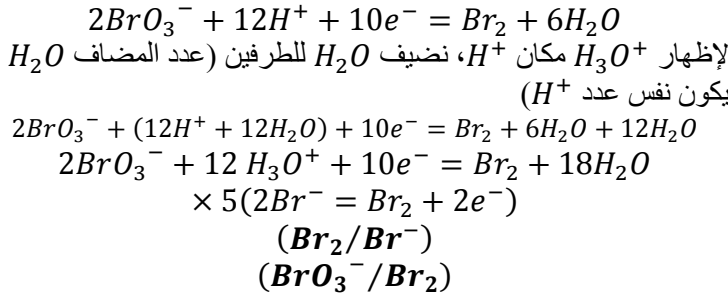
المعادلة 1:



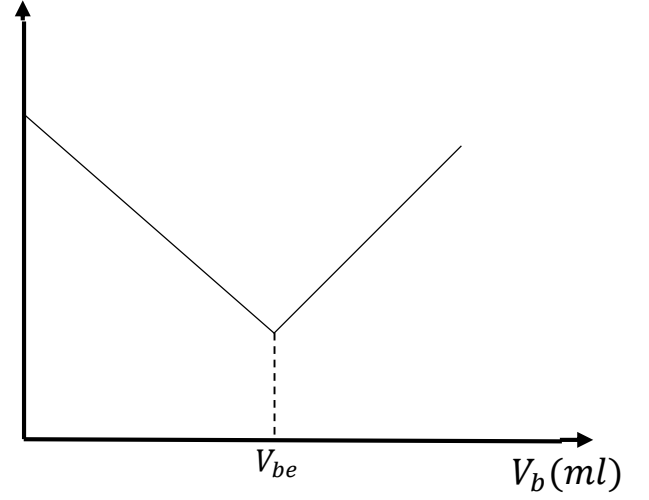
المعادلة 2:



المعادلة 3:



σ (S/m)



• قبل التكافؤ:

تتناقص الناقلية لأن شوارد NH_4^+ تتناقص في المحلول وتحل مكانها شوارد Na^+ حيث عدد الشوارد يبقى ثابتاً لكن بمأن $\lambda_{Na^+} < \lambda_{NH_4^+}$ إذن الناقلية تتناقص

• عند التكافؤ:

بالرغم من أنه في هذه النقطة المزيج ستوكيومتري أي أنه لا يوجد لا NH_4^+ و لا OH^- في المزيج، إلا أن الناقلية لا تنعدم لوجود الشوارد المتفرجة Na^+

• بعد التكافؤ:

تتزايد الناقلية بعد التكافؤ لأن شوارد NH_4^+ قد تفاعلت كلياً إذن شوارد OH^- لا تتفاعل فتبقى في المحلول فتزيد الناقلية كون عدد الشوارد الناقلة للكهرباء سيتزايد