المادّة: فيزياء
المستوى: 2 ثانوي

التّاريخ: 2022/03/15
المدّة: 02 ســـا

اختبار الفصل الثّاني

التمرين الأوّل: (7ن)

يعتبر الصّدأ من المشكلات الخطيرة والمكلّفة جدّا إذ قد يتسبّب في انهيار البنايات، إتلاف خطوط أنابيب نقل النفط، تسمّم الأدوية والأغذية... فمثلا، 20% من الإنتاج السنوي للحديد في الولايات المتحدّة الأمريكيّة 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 عيّنة من الحديد موجّهة للبناء عن طريق وضع العينة في شروط تجريبية محدّدة حسب المقاييس الدولية ثمّ نحدّد الكتلة المتآكلة بعد مرور 6 ساعات

1. هل الحديد مؤكسد أم مرجع في عملية الصّدأ؟ علّل
2. هل ما حدث للأكسجين أكسدة أم إرجاع؟
3. اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع، ثمّ المعادلة الاجمالية للتفاعل الحادث علما أنّ الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: (O_2/H_2O) و (Fe^{2+}/Fe)

شوارد الحديد Fe^{2+} المتشكّلة هي الأخرى تفقد إلكترونا فتُصبح Fe^{3+} والتي تشكّل بعد ذلك الصّدأ Fe_2O_3 وفق المعادلة التالية:

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + O_{2(g)} + H_2O_{(l)} = Fe_2O_{3(s)} + 2H^+_{(aq)}$$ المعادلة **(1)**

بعد مرور 6 ساعات، نأخذ العيّنة المدروسة ونحضّر منها محلولا من Fe^{2+} حجمه $V_0 = 100ml$ ثمّ نأخذ منه 5 ml ونمدّده 10 مرّات و نضيف له قطرات من حمض الكبريت المركّز H_2SO_4 ثمّ 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 المركّز؟ ولماذا نمدّد المحلول قبل المعايرة؟
5. اذكر البروتوكول التجريبي للمعايرة مع الرّسم.
6. اذكر خصائص تفاعل المعايرة.
7. اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع، ثمّ المعادلة الاجمالية للتفاعل الحادث علما أنّ الثنائيتين المشاركتين في التفاعل هما: (Fe^{3+}/Fe^{2+}) و (MnO_4^-/Mn^{2+})
8. عرّف التكافؤ.
9. برهن علاقة التكافؤ ثمّ احسب تركيز شوارد الحديد Fe^{2+} الممدّد ثمّ استنتج التركيز الأصلي C_0.
10. بالاعتماد على جدول تقدّم **المعادلة (1)**، وعلما أنّ Fe^{2+} هو **المتفاعل المحدّ**:
    أ. بيّن أنّ: $m(Fe_2O_3) = \frac{1}{2}C_0V_0 \times M(Fe_2O_3)$
    ب. استنتج كتلة الصّدأ المتشكلة.

حسب شروط البناء فإنّ كتلة الصّدأ المسموح بها خلال 6 ساعات هي $10mg$، هل هذه العيّنة صالحة للاستعمال؟

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

التمرين الثَّاني: (10ن)

يعتبر نترات الأمونيوم كمادّة أوليّة في الصناعات الكيميائية وذلك لاستعمالاته العديدة (يستعمل كمتفجّر في المناجم، عند إذابته في الماء يحدث تفاعل ماصّ للحرارة يُسهم في صناعة أكياس التبريد التي توضع على الجلد...) غير أنّه قد يتسبّب في كوارث كبيرة إذا لم يتمّ تخزينه وفق شروط معيّنة (انفجار مرفأ بيروت سنة 2020).

لكن أهمّ مجال تُستعمل فيه هذه المنتوجات الصناعية الآزوتية هو المجال الفلاحي لتوفّرها على عنصر الآزوت الذي يُعدّ من العناصر الضرورية لتخصيب التربة.

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

- النسبة المئوية الكتلية لعنصر الآزوت في المنتوج $P = 33{,}5\%$

الجزء الأوَّل:

يهدف الجزء 1 إلى التحقّق من صحّة النسبة المئوية الكتلية للآزوت في هذا المنتوج الصّناعي

نذيب عيّنة من المنتوج الصناعي كتلتها $m = 6g$ في حجم $250cm^3$ من الماء النقي فنتحصّل على محلول (S_0) ثمّ نمدّده 5 مرّات فنتحصّل على محلول (S_1).

1. اكتب معادلة انحلال نترات الأمونيوم في الماء واستنتج الصّيغة الشّاردية له.

نأخذ $10\ ml$ من (S_1) و نعايره بواسطة هيدروكسيد الصّوديوم $(Na^+ + OH^-)$ 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 قويّ 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 بيّن الثنائيتين الدّاخلتين في التفاعل.
6. أنشئ جدول تقدّم التفاعل وبيّن أنّ التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1) هو $C_1 = 0{,}056\ mol/l$.
7. احسب التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) ثمّ استنتج كتلة نترات الأمونيوم النقيّة.
8. احسب كتلة الآزوت في العيّنة النقية. يُعطى: $M(N) = 14\ g/mol$ ، $M(NH_4NO_3) = 80\ g/mol$
9. علما أنّ كتلة الآزوت هي نفسها في العيّنة النقية وفي العيّنة الكليّة:
   - احسب النسبة الكتلية للآزوت في العيّنة الكليّة. هل ما كُتب على اللّاصقة صحيح؟

الجزء الثَّاني:

بالاعتماد على جدول التقدّم (سؤال 6 جزء 1):

1. أعط تركيب المزيج عند إضافة:

$V_b = 6\ ml$ $\quad$ $V_b = 14\ ml$ $\quad$ $V_b = 17\ ml$

نريد التحقّق من نتائج المعايرة السّابقة عن طريق قياس الناقلية.

2. أيّهما أكثر دقّة، المعايرة اللونية أم المعايرة بقياس الناقلية؟ اشرح
3. توقّع شكل بيان تغيّر الناقلية النوعية بدلالة الحجم المضاف $\sigma = f(V_b)$ واشرح 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 الثَّالث: (3ن)

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

$$4Fe^{3+} + ClO^- + 2H_2O = 4Fe^{2+} + ClO_3^- + 4H^+$$

$$2NO_3^- + 3Cu + 8H_3O^+ = 2NO + 3Cu^{2+} + 12H_2O$$

$$BrO_3^- + 5\ \ ^-\ \ {}_3\ ^+\ \ {}_2 + 9H_2O$$

بالتّوفيق للجميع

تصحيح امتحان الفصل الثّاني في العلوم الفيزيائيّة

إعداد: بن طاهر

التمرين 1:

1. بمأنّ الحديد **فقد** إلكترونات إذن هو **مرجع**
2. الأكسجين **اكتسب** إلكترونات إذن حدث له **إرجاع**
3.

- المعادلة 1/2 للأكسدة:

$$\times 2\ (Fe = Fe^{2+} + 2e^-)$$

- المعادلة 1/2 للإرجاع:

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$$

- المعادلة الإجمالية:

$$2Fe + O_2 + 4H^+ = 2Fe^{2+} + 2H_2O$$

4.

- نضيف حمض الكبريت المركّز لتزويد الوسط التفاعلي بالبروتونات H^+ اللازمة لحدوث التفاعل أكسدة إرجاع إذ من دونها لا ينطلق التفاعل
- نمدّد المحلول قبل المعايرة حتّى يكون حجم السحّاحة كافيا لبلوغ التكافؤ وإلّا سنضطرّ لملء السحّاحة مرّات أخرى وأيضا لتسهيل حركية الشّوارد في المحلول وبالتّالي الحصول على نتائج أكثر دقّة خاصّة في المعايرة عن طريق الناقليّة.

5. البروتوكول التجريبي + الرّسم (انظر الكرّاس)
6. خصائص تفاعل المعايرة
   - ✓ تامّ
   - ✓ سريع
   - ✓ ناشر للحرارة
7.

$$\times 5\ (Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-)$$
$$MnO_4{}^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$$
$$5Fe^{2+} + MnO_4{}^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

8. علاقة التكافؤ:

	$5Fe^{2+} + MnO_4{}^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$					
t_0	n_1	n_b	بزيادة	0	0	بزيادة
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 ستوكيومتري:

$$n_E(Fe^{2+}) = 0 \quad | \quad n_E(MnO_4{}^-) = 0$$
$$n_1 - 5x_E = 0 \quad | \quad n_b - x_E = 0$$
$$x_E = \frac{n_1}{5} \quad | \quad x_E = n_b$$

إذن:

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

- من علاقة التكافؤ لدينا:

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

$$\frac{C_1V_1}{5} = C_bV_{bE}$$

إذن:

$$C_1 = \frac{5C_bV_{bE}}{V_1}$$
$$C_1 = 1{,}8 \times 10^{-5} mol/l$$

- استنتاج C_0:

$$F = \frac{C_0}{C_1} \rightarrow C_0 = F \times C_1$$
$$C_0 = 1{,}8 \times 10^{-4} mol/l$$

10. استنتاج العلاقة:

	$2Fe^{2+} + O_2 + H_2O = Fe_2O_3 + 2H^+$				
t_0	n_0	n_b	بزيادة	0	بزيادة
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:

$$n_f(Fe^{2+}) = 0$$
$$n_0 - 2x_{max} = 0$$
$$x_{max} = \frac{n_0}{2}$$
$$x_{max} = \frac{C_0V_0}{2}$$

ولدينا أيضامن جدول التقدّم:

$$n_f(Fe_2O_3) = x_{max}$$
$$n_f(Fe_2O_3) = \frac{C_0V_0}{2}$$

و:

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

إذن:

$$n_f(Fe_2O_3) = \frac{m(Fe_2O_3)}{M(Fe_2O_3)} = \frac{C_0V_0}{2}$$

أي:

$$\boldsymbol{m(Fe_2O_3) = \frac{1}{2} C_0V_0 \times M(Fe_2O_3)}$$

11. كتلة الصّدأ:

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

إذن العيّنة صالحة للاستعمال $\boldsymbol{1{,}44\ mg < 10\ mg}$

التمرين 2:

الجزء 1:

1. معادلة الانحلال:

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4{}^+ + NO_3{}^-$$

الصّيغة الشّارديّة لمحلول نترات الأمونيوم: $(NH_4{}^+ + NO_3{}^-)$

2. الكواشف المناسبة:

حمض ضعيف+ أساس قويّ معناه التكافؤ يحدث عند $\boldsymbol{pH > 7}$ 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:

$$NH_4{}^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$$

الثنائيتين:

$$(H_2O/OH^-)\ (NH_4{}^+/NH_3)$$

6.

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

عند التكافؤ المزيج ستوكيومتري:

$n_E(NH_4^+) = 0$	$n_E(OH^-) = 0$
$n_1 - x_E = 0$	$n_b - x_E = 0$
$x_E = n_1$	$x_E = n_b$

$$n_1 = n_b \rightarrow C_1V_1 = C_bV_{bE}$$
$$\boldsymbol{C_1 = 0,056\ mol/l}$$

7. حساب C_0:

$$F = \frac{C_0}{C_1} \rightarrow C_0 = F \times C_1$$
$$\boldsymbol{C_0 = 0,28\ mol/l}$$

كتلة الأمونيوم النقيّة:

$$n(NH_4NO_3) = \frac{m}{M} = C_0V_0$$
$$m = C_0V_0M$$
$$\boldsymbol{m = 5,6g}$$

8. كتلة الآزوت:

$$M(NH_4NO_3) \rightarrow m(NH_4NO_3)$$
$$2M(N) \rightarrow m(N)?$$
$$m(N) = \frac{2M(N) \times m(NH_4NO_3)}{M(NH_4NO_3)}$$
$$= \frac{2 \times 14 \times 5,6}{80} = \boldsymbol{1,96g}$$

9. حساب النسبة المئوية للآزوت في العيّنة:

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

بمأنّ $\boldsymbol{32,7\% \approx 33,5\%}$ إذن ما كُتب على اللاصقة صحيح

<u>الجزء 2:</u>

- تركيب المزيج عند إضافة $6ml$:

أي قبل **التكافؤ** المتفاعل المحدّ هو OH^-

إذن:

$$n(OH^-) = 0$$
$$n_b - x_{max} = 0$$
$$x_{max} = n_b = C_bV_b$$
$$\boldsymbol{x_{max} = 2,4 \times 10^{-4}mol}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$n(NH_4^+) = n_1 - x_{max}$$
$$n(OH^-) = n_2 - x_{max}$$
$$n(NH_3) = x_{max}$$
$n(Na^+) = n_2 = C_bV_b$ (لأنّها لم تشارك في التفاعل)
$n(NO_3^-) = n_1 = C_1V_1$ (لأنّها لم تشارك في التفاعل)

بتعويض قيمة x_{max} نجد:

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

- **تركيب المزيج عند إضافة $14ml$:**

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

$$n_E(OH^-) = 0$$
$$n_E(NH_4^+) = 0 \text{ و}$$

إذن:

$$n_b - x_{max} = 0$$
$$n_1 - x_{max} = 0 \text{ و}$$

أي:

$$x_{max} = n_b = n_1 = C_bV_{bE}$$
$$\boldsymbol{x_{max} = 5,6 \times 10^{-4}mol}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$n(NH_4^+) = n_1 - x_{max}$$
$$n(OH^-) = n_2 - x_{max}$$
$$n(NH_3) = x_{max}$$
$$n(Na^+) = n_2$$
$$n(NO_3^-) = n_1 = C_1V_1$$

بتعويض قيمة x_{max} نجد:

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

- **تركيب المزيج عند إضافة $17ml$:**

أي بعد التكافؤ المتفاعل المحدّ هو NH_4^+

$$n(NH_4^+) = 0$$
$$n_1 - x_{max} = 0$$
$$x_{max} = n_1 = C_1V_1$$
$$\boldsymbol{x_{max} = 5,6 \times 10^{-4}mol}$$

لدينا من جدول التقدّم:

$$n(NH_4^+) = n_1 - x_{max}$$
$$n(OH^-) = n_2 - x_{max}$$
$$n(NH_3) = x_{max}$$
$$n(Na^+) = n_2$$
$$n(NO_3^-) = n_1 = C_1V_1$$

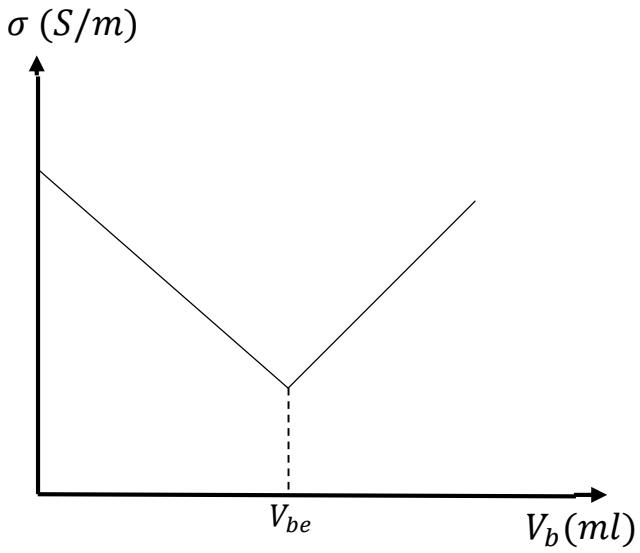
بتعويض قيمة x_{max} نجد:

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

<u>2.</u>

المعايرة بالنّاقلية أكثر دقّة بسبب:

- ✓ في المعايرة اللّونية يصعب تحديد نقطة التكافؤ بدقّة لتغيّر لون المزيج مباشرة من الأصفر إلى الأزرق (صعوبة التوقّف عند اللّون الأخضر)
- ✓ في حال اختيار الكاشف الغير مناسب، يتغيّر لون المحلول في نقطة بعيدة جدّا عن نقطة التكافؤ **Endpoint** لا يتوافق مع **Equivalant point**
- ✓ تُمكّننا من متابعة تفاعل حمض ضعيف – أساس ضعيف
- ✓ سهولة التركيب مع إمكانية استعمال المتابعة الرّقمية بواسطة الحاسوب



- **<u>قبل التكافؤ:</u>**

تتناقص الناقلية لأنّ شوارد NH_4^+ تتناقص في المحلول وتحلّ مكانها شوارد Na^+ حيث عدد الشوارد يبقى ثابتا لكن بمأنّ $\boldsymbol{\lambda_{Na^+} < \lambda_{NH_4^+}}$ إذن الناقلية تتناقص

- **<u>عند التكافؤ:</u>**

بالرّغم من أنّه في هذه النقطة المزيج ستوكيومتري أي أنّه لا يوجد لا NH_4^+ و لا OH^- في المزيج، إلّا أنّ الناقلية لا تنعدم لوجود الشوارد المتفرّجة Na^+

- **<u>بعد التكافؤ:</u>**

تتزايد الناقلية بعد التكافؤ لأنّ شوارد NH_4^+ قد تفاعلت كليّا إذن شوارد OH^- لا تتفاعل فتبقى في المحلول فتزيد الناقلية كون عدد الشّوارد النّاقلة للكهرباء سيتزايد

<u>التمرين 3:</u>

<u>المعادلة 1:</u>

$$\times 4(Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+})$$
$$ClO^- + 2H_2O = {ClO_3}^- + 4H^+ + 4e^-$$
$$(\boldsymbol{Fe^{3+}/Fe^{2+}})$$
$$(\boldsymbol{{ClO_3}^-/ClO^-})$$

<u>المعادلة 2:</u>

$$\times 2({NO_3}^- + 4H_3O^+ + 3e^- = NO + 6H_2O)$$
$$\times 3(Cu = Cu^{2+} + 2e^-)$$
$$(\boldsymbol{Cu^{2+}/Cu})$$
$$(\boldsymbol{{NO_3}^-/NO})$$

<u>المعادلة 3:</u>

$${2BrO_3}^- + 12H^+ + 10e^- = Br_2 + 6H_2O$$

لإظهار H_3O^+ مكان H^+، نضيف H_2O للطرفين (عدد المضاف H_2O يكون نفس عدد H^+)

$${2BrO_3}^- + (12H^+ + 12H_2O) + 10e^- = Br_2 + 6H_2O + 12H_2O$$
$${2BrO_3}^- + 12\ H_3O^+ + 10e^- = Br_2 + 18H_2O$$
$$\times 5(2Br^- = Br_2 + 2e^-)$$
$$(\boldsymbol{Br_2/Br^-})$$
$$(\boldsymbol{{BrO_3}^-/Br_2})$$