التمرين(1)

أعط أسماء الأنواع الكيميائية واكتب المعادلات النصفية للثنائيات أساس/حمض التالية:

. $H_3O^+(aq)\ /\ H_2O(l)$

. $H_2O(l)\ /OH^-(aq)$

. $HNO_3(l)\ /\ NO_3^-(aq)$

. $NH_4^+(aq)\ /\ NH_3(aq)$

. $CH_3COOH(aq)\ /CH_3COO^-(aq)$

. $H_2SO_4(l)\ /\ HSO_4^-(aq)$

. $HSO_4^-(aq)/SO_4^{2-}(aq)$

التمرين(2)

من بين التفاعلات التالية ،حدد تلك التي تمثل تفاعل حمض-أساس:

. $HCl(g)\ +\ H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq)\ + Cl^-(aq)$

. $NH_3(g)\ +\ HCl(g) \rightarrow\ NH_4Cl(s)$

. $H_2SO_4(l) + H_2O(l) \rightarrow\ HSO_4^-(aq) + H_3O^+(aq)$

. $Na^+(aq)\ + Cl^-(aq) \rightarrow\ NaCl(s)$

التمرين(3)

نضع في دورق الكتلة $m = 0{,}50g$ من هيدروجينوكربونات الصوديوم ذي الصيغة $NaHCO_3(s)$ ، ونضيف لها تدريجيا محلولا مائيا لكلور الهيدروجين.

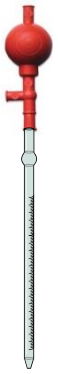
1) ما هي الثنائيات أساس/حمض المشاركة ؟
2) أعط المعادلة النصفية الموافقة لكل ثنائية.
3) أكتب معادلة التفاعل الذي يتم في الدورق.ما اسم الغاز الذي ينتج عن هذا التحول؟
4) أحسب الحجم V لمحلول كلور الهيدروجين ذي التركيز $C = 0{,}10\ mol/L$ الذي يجب صبه حتى يتوقف تكون الغاز.
5) ما هو إذن حجم الغاز الناتج ؟

نعطي الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_M = 24\ L/mol$.

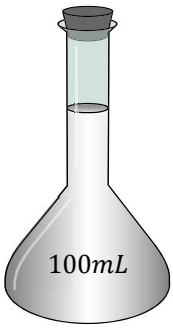
$12\ g/mol$ ، ، ، M

التمرين(4)

نحضر محلولا مائيا لحمض النتريك HNO_3 انطلاقا من حمض النتريك التجاري الذي تحمل لصيقته المعلومات التالية :
$M = 63g/mol$، $P = 100\%$،$d = 1,52$.



1) هل المحلول التجاري خالص أم هو محلول مائي لحمض النتريك ؟ .علل جوابك .
2) أحسب C_0 تركيز المحلول التجاري .
3) اكتب معادلة تفاعل حمض النتريك مع الماء محددا كلا من الحمض والأساس .
4) بواسطة ماصة معيارية نأخذ حجما $V_0 = 10mL$ من حمض النتريك ثم نصبه في حوجلة عيارية من فئة $100mL$ ثم نضيف الماء المقطر حتى الخط العياري فنحصل على محلول S .
أ) ما اسم هذه العملية ؟ .
ب) أحسب C تركيز المحلول S .
ج) أنشيئ جدول التقدم لتفاعل حمض النتريك مع الماء باعتبار الحمض متفاعلا محدا .
5) نمزج حجما $V_1 = 20mL$ من المحلول S مع حجم V_2 من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_2 = 1\ mol/L$.



أ) أعط الصيغة الكيميائية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم . ثم أكتب معادلة ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء .
ب) أعط الثنائيات أساس/حمض الموجودة في كل من محلول حمض النتريك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم .
ج) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين .
د) احسب الحجم V لمحلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لاختفاء جميع شوارد H_3O^+ .

التمرين (5)

يكتب صانع مادة للتنظيف على القنينة الإشارات التالية: $d = 1,2$ ، المحلول يحتوي على 20% من الكتلة من هيدروكسيد الصوديوم.نريد،بواسطة المعايرة بقياس الناقلية التأكد من هذه النسبة.

1) بين أن تركيز هذا المحلول S_0 هو $C_0 = 6\ mol/L$.
2) للقيام بهذه المعايرة ، نستعمل محلولا مائيا لحمض كلور الماء تركيزه $C_2 = 0,10\ mol/L$ أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

3) نخفف المحلول S_0 500 مرة للحصول على المحلول S_1 . نعاير الحجم $V_1 = 100mL$ من المحلول S_1 بعد كل إضافة للمحلول المعاير نسجل القيم الفعالة للتوتر بين قطبي خلية قياس المواصلة والتيار المارفيها.
نسجل القياسات في الجدول التالي:

$V_2(mL)$	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
$I(mA)$	61,2	56,5	52,0	46,7	40,7	35,9	53,4	70,4	87,0
U(V)	6,43	6,45	6,47	6,47	6,49	6,50	6,45	6,47	6,50

أ) أحسب قيمة الناقلية عند كل إضافة للحجم .
ب) مثل

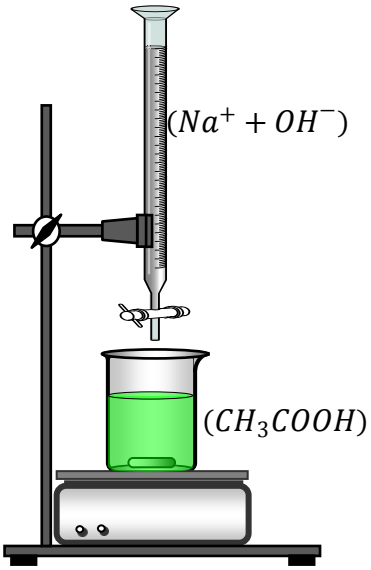
د) أحسب تركيز شوارد الهيدروكسيد في المحلول S_1 ثم في المحلول S_0 .

ه) أحسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في المحلول S_0 . هل النتيجة مطابقة لتلك المعلن عنها من طرف الصانع ؟

التمرين(6)

يحتوي محلول الخل التجاري على حمض الإيثانويك CH_3COOH . لتحديد التركيز المولي C_0 لحمض الإيثانويك الموجود في محلول الخل ، نحضر محلولا مخففا 100 مرة . نأخذ حجما $10{,}0mL$ من هذا المحلول المخفف ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+(aq) + OH^-(aq))$ ذي تركيز مولي $C_1 = 10^{-2}mo\ell/L$.

يساوي حجم المتفاعل المعايِر المضاف عند التكافؤ $9{,}7mL$.



1) حدد الثنائيتين أساس/ حمض الداخلتين في التفاعل الذي يحدث خلال هذه المعايرة . واكتب المعادلة الاجمالية.
2) فسر لماذا يكون من الضروري إضافة كاشف ملون في الخليط.
3) أنجز جدول التقدم للجملة الكيميائية عند التكافؤ ، ثم حدد كمية مادة حمض الإيثانويك المعايَر.
4) استنتج التركيز C_0 لحمض الإيثانويك الموجود في الخل التجاري.

التمرين(7)

نضع الكتلة $m = 3g$ من مسحوق الحديد الخالص في كأس يحتوي على الحجم $V = 200mL$ من محلول حمض كلور الماء $(H^+(aq) + C\ell^-(aq))$ تركيزه $C = 1mo\ell/L$ فنلاحظ اختفاء كل الحديد عند نهاية التصاعد الغازي.

1) حدد الثنائيتين $Ox/Réd$ المتفاعلتين.
2) أكتب المعادلة النصفية الإلكترونية لكل ثنائية.
3) أكتب معادلة تفاعل أكسدة - ارجاع الحاصل.
4) أحسب V_1 حجم الغاز المتصاعد.
5) برهن على أن كمية مادة الحمض كانت بوفرة.
6) عند انتهاء التفاعل ، نضيف الى محتوى الكأس قطرات من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ، فيتكون راسب أخضر فاتح.
   أ) ما اسم الراسب المتكون.
   ب) أكتب معادلة التفاعل.
   ج) أحسب كتلة الراسب.

الحجم المولي: $V_M = 24\text{L/mo}\ell$.

$56g/mo\ell$

التمرين(8)

في كأس ، نصب حجما $V = 20mL$ من محلول (S) لحمض كلور الماء تركيزه المولي $C = 5.10^{-2}mol\ell/L$ على كتلة $m = 135mg$ من الألومنيوم ، فتتكون شوارد الألومنيوم $A\ell^{3+}_{(aq)}$ ويتصاعد غاز ثنائي الهيدروجين.

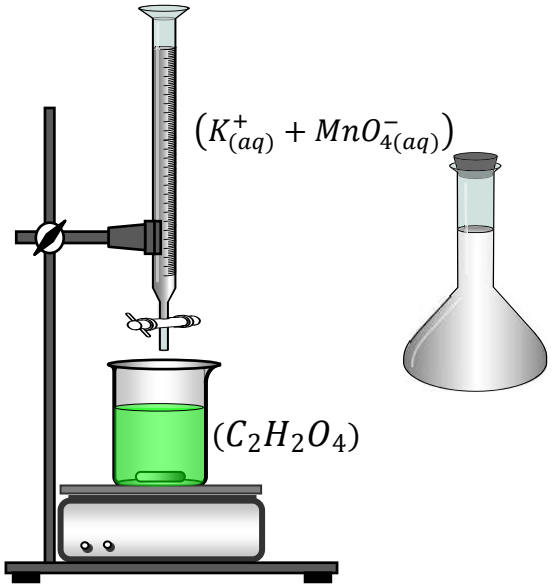
1) صف كيف يمكنك إبراز وجود شوارد الألومنيوم ؟ نفس السؤال بالنسبة لغاز ثنائي الهيدروجين .
2) ما طبيعة التفاعل الحاصل؟
3) أكتب معدلة التفاعل معينا النوع المؤكسد والنوع المرجع.
4) أحسب كميتي المادة الابتدائيتين للمتفاعلين.
5) أنشئ جدول التقدم وحدد المتفاعل المحد والتقدم الأعظمي.
6) حدد حصيلة المادة عند نهاية التفاعل.
7) أحسب التركيز المولي لشوارد الألومنيوم في الكأس.
8) ما حجم غاز ثنائي الهيدروجين المتصاعد ؟ .

. $M(A\ell) = 27g/mol$ ، $V_M = 24\text{L/mo}\ell$

التمرين(9)

نعاير حجما $V_1 = 25{,}0mL$ من حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4(aq)$ تركيزه C_1 بمحلول برمنغنات البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)}\right)$ المحمض تركيزه $C_2 = 1{,}00.10^{-1}mol\ell/L$ نحصل عند نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{éq} = 10{,}0mL$ من المحلول المعايِر.

الثنائيتين الداخلتين في التفاعل هما : $CO_2/C_2H_2O_4(aq)$ و $MnO^-_{4(aq)}/Mn^{2+}(aq)$



1) صف التجربة التي تمكن من القيام بهذه المعايرة.
2) أكتب معادلة تفاعل المعايرة.
3) كيف يتم التعرف على حجم التكافؤ ؟
4) أنجز جدولا لتقدم التفاعل حتي نقطة التكافؤ.
5) حدد C_1 التركيز المولي لمحلول حمض الأوكساليك.
6) تم الحصول على محلول حمض الأوكساليك بوضع الكتلة m من الحمض في حوجلة من فئة $100mL$ ثم إضافة الماء حتى الخط المعياري.
   - أحسب قيمة m .

$M(C) = 12g/mol\ell$ ، $M(O) = 16g/mol\ell$ ، $M(H) = 1g/mol\ell$

الحلول

التمرين(1)

أسماء الأنواع الكيميائية وكتابة المعادلات النصفية للثنائيات أساس/حمض التالية:

أسماء الأنواع الكيميائية	المعادلات النصفية للثنائيات أساس/حمض
H_2O الماء. H_3O^+ شاردة الهيدرونيوم	$H_3O^+_{(aq)} = H_2O_{(l)} + H^+_{(aq)}$
OH^- شاردة الهيدروكسيل H_2O الماء.	$H_2O_{(l)} = OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$
NO_3^- شاردة النترات . HNO_3 حمض النتريك .	$HNO_{3(l)} = NO^-_{3(aq)} + H^+_{(aq)}$
NH_3 الأمونياك . NH_4^+ شاردة الأمونيوم .	$NH^+_{4(aq)} = NH_{3(aq)} + H^+_{(aq)}$
CH_3COO^- شاردة الايثانوات . CH_3COOH حمض الايثانويك .	$CH_3COOH_{(aq)} = CH_3COO^- + H^+_{(aq)}$
HSO_4^- هيدروجينو كبريتات . H_2SO_4 حمض الكبريت .	$H_2SO_{4(aq)} = HSO^-_{4(aq)} + H^+_{(aq)}$
SO_4^{2-} شاردة الكبريتات . HSO_4^- هيدروجينو كبريتات .	$HSO^-_{4(aq)} = SO^{2-}_{4(aq)} + H^+_{(aq)}$

التمرين(2)

من بين التفاعلات التالية ،حدد تلك التي تمثل تفاعل حمض-أساس:

التفاعل حمض-أساس هو تفاعل يتم فيه انتقال بروتون H^+ من حمض ثنائية الى أساس ثنائية أخرى .

انتقل بروتون من HCl إلى H_2O فهو تفاعل حمض-أساس .

انتقل بروتون من HCl إلى NH_3فهو تفاعل حمض-أساس .

انتقل بروتون من H_2SO_4 إلى H_2Oفهو تفاعل حمض-أساس .

لا يوجد انتقال بروتون فهوليس تفاعل حمض-أساس

التمرين(3)

1) الثنائيات أساس/حمض المشاركة .

معادلة ذوبان هيدروجينو كربونات الصوديوم في الماء

معادلة تفاعل كلور الهيدروجين مع الماء:

$HC\ell_{(g)}(g) + H_2O_{(l)} \rightarrow C\ell^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$.

الثنائيات المشاركة في التفاعل $CO_2, H_2O / HCO^-_{3(aq)}$ و $H_3O^+(aq) / H_2O(l)$.

2) المعادلة النصفية الموافقة لكل ثنائية.

المعادلة النصفية للثنائية $H_3O^+(aq) / H_2O(l)$.

$H_3O^+_{(aq)} = H_2O_{(l)} + H^+_{(aq)}$.

المعادلة النصفية للثنائية $CO_2, H_2O / HCO^-_{3(aq)}$.

3) أكتب معادلة التفاعل الذي يتم في الدورق.ما اسم الغاز الذي ينتج عن هذا التحول؟

$H_3O^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow CO_2 + H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)}$

$H_3O^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow CO_2 + 2H_2O_{(l)}$.

الغاز الناتج هو ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 .

4) أحسب الحجم V لمحلول كلور الهيدروجين ذي التركيز $C = 0{,}10\ mol/L$ الذي يجب صبه حتى يتوقف تكون الغاز.

$n(HCO^-_{3(aq)}) = \frac{m}{M}$.

كمية مادة كلور الهيدروجين التي يجب صبها ليتوقف تكون CO_2 مساوية ل $n(HCO^-_{3(aq)})$.

$n(H_3O^+_{(aq)}) = n(HCO^-_{3(aq)})$.

$\frac{m}{M} = CV$.

$M = 84g/mol$.

$V = \frac{m}{MC} = \frac{0{,}50}{84\times 0{,}1} = 5{,}95 \times 10^{-2}L$.

5) ما هو إذن حجم الغاز الناتج ؟.

$n(HCO^-_{3(aq)}) = n(CO_2)$.

$\frac{m}{M} = \frac{V_{CO_2}}{V_M}$.

$V_{CO_2} = 142{,}9mL$.

التمرين(4)

1) هل المحلول التجاري خالص أم هو محلول مائي لحمض النتريك ؟ .علل جوابك .

المحلول التجاري خالص لأن نسبة النقاوة .

$$C_0 = \frac{10pd}{M}$$

$$C_0 = \frac{10\times100\times1,52}{63} = 24,12mol/L$$

3) معادلة تفاعل حمض النتريك مع الماء محددا كلا من الحمض والأساس .

$$HNO_{3(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NO^-_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

4) بواسطة ماصة معيارية نأخذ حجما $V_0 = 10mL$ من حمض النتريك ثم نصبه في حوجلة عيارية من فئة $100mL$ ثم نضيف الماء المقطر حتى الخط العياري فنحصل على محلول S .

د) ما اسم هذه العملية ؟ .

اسم هذه العملية التمديد .

ه) أحسب C تركيز المحلول S .

$C_0V_0 = CV$ وبالتالي $C = \frac{C_0V_0}{V}$.

$C = \frac{24,12\times10}{100} = 2,412mol/L$.

و) أنشيئ جدول التقدم لتفاعل حمض النتريك مع الماء باعتبار الحمض متفاعلا محدا .

	$HNO_{3(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NO^-_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
$t = 0$	n_0	بوفرة	0	0
t	$n_0 - x$	بوفرة	x	x
t_f	$n_0 - x_m$	بوفرة	x_m	x_m

5) نمزج حجما $V_1 = 20mL$ من المحلول S مع حجم V_2 من محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_2 = 1\ mol/L$.

أ) أعط الصيغة الكيميائية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم . ثم أكتب معادلة ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء .

الصيغة الكيميائية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم : $Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$.

معادلة ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء : $NaOH_{(S)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$.

ب) أعط الثنائيات أساس/حمض الموجودة في كل من محلول حمض النتريك ومحلول هيدروكسيد الصوديوم .

$HNO_3(l) / NO_3^-(aq)$ و $H_2O(l) / OH^-(aq)$.

ج) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين .

$$H_3O^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

د) احسب الحجم لمحلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لاختفاء جميع شوارد $^+$ $^-$.

$CV_1 = C_2V$.

$V = \frac{CV_1}{C_2} = \frac{2,412\times20}{1} = 48,24mL$.

التمرين (5)

1) بين أن تركيز هذا المحلول S_0 هو $C_0 = 6\ mol/L$.

$C_0 = \frac{10pd}{M}$.

$C_0 = \frac{10\times20\times1,2}{40} = 6\ mol/L$.

2) أكتب معادلة تفاعل المعايرة.

$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

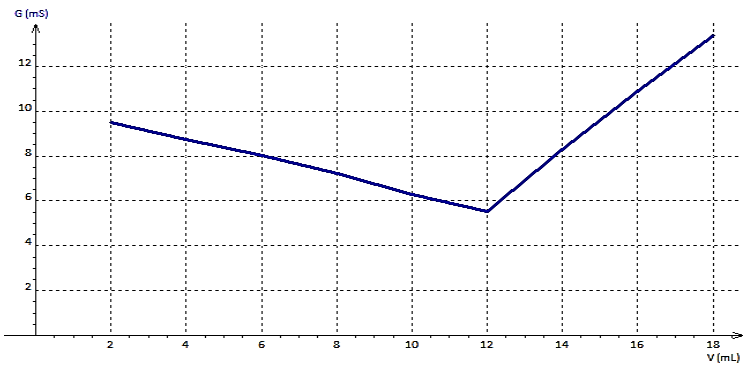
3) نخفف المحلول S_0 500 مرة للحصول على المحلول S_1 . نعاير الحجم $V_1 = 100mL$ من المحلول S_1 بعد كل إضافة للمحلول المعاير نسجل القيم الفعالة للتوتر بين قطبي خلية قياس المواصلة والتيار المار فيها.
نسجل القياسات في الجدول التالي:

أ) أحسب قيمة الناقلية G عند كل إضافة للحجم V_2 .

$G = \frac{I}{U}$.

$V_2(mL)$	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
$G(mS)$	9,52	8,76	8,04	7,22	6,27	5,52	8,28	10,88	13,38

ب) مثل البيان $G = f(V_2)$.



ج) استنتج الحجم V_E الحجم المضاف عند التكافؤ.

$V_E = 12mL$.

د) أحسب تركيز شوارد الهيدروكسيد في المحلول S_1 ثم في المحلول S_0

عند التكافؤ

$n(H_3O^+) = n(OH^-_{(aq)})$

$C_1V_1 = C_2V_E$

$C_1 = \frac{C_2V_E}{V_1} = \frac{0,1\times12}{100} = 1,2\times10^{-2}mol/L$

$C_0 = 500C_1 = 6\ mol/L$.

التمرين (6)

1) الثنائيتين أساس/ حمض الداخلتين في التفاعل و المعادلة الاجمالية: .

CH_3COOH/CH_3COO^- و H_2O/OH^-

معادلة التفاعل:

$$CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$$

2) تفسير ضرورة اضافة كاشف ملون:

بما أن جميع الأنواع المتفاعلة عديمة اللون ، فإنه من الضروري إضافة كاشف ملون .

3) جدول التقدم:

كمية مادة المتفاعل المعايِر OH^-هي

$$n_E = C_1.V_E = 10^{-2} \times 9{,}7.10^{-3} = 9{,}7.10^{-5} mol\ell$$

	$CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow$		$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$	
الحالة الابتدائية	n_0	$9{,}7.10^{-5}$	0	بزيادة
الحالة الانتقالية	$n_0 - x$	$9{,}7.10^{-5} - x$	x	بزيادة
الحالة النهائية	$n_0 - x_E$	$9{,}7.10^{-5} - x_E$	x_E	بزيادة

نستنتج أن كمية مادة حمض الإيثانويك المعايَر هي:

$$n_0 = x_E = 9{,}7.10^{-5} mol\ell$$

4) التركيز C_0 .

التركيز المولي لحض الإيثانويك في المحلول المخفف:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{9{,}7.10^{-5}}{10.10^{-3}} = 9{,}7.10^{-3} mol\ell/\mathrm{L}$$

$$C_0 = 100C = 0{,}97 mol\ell/\mathrm{L}$$

التمرين (7)

1) الثنائيتان Ox/Réd المتفاعلتان هما:

$q)/Fe(S)$ و

المعادلة النصفية الألكترونية للثنائية $Fe^{2+}(aq)/Fe(S)$: $Fe(S) = Fe^{2+}(aq) + 2é$

3) معادلة تفاعل أكسدة- ارجاع الحاصل: $Fe(S) + 2H^+(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + H_{2(g)}$

4) لحساب حجم الغاز المتصاعد ننشئ جدول التقدم للتفاعل:

	$Fe(S) + 2H^+(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + H_{2(g)}$			
الحالة الابتدائية	$n_i(Fe)$	$n_i(H^+)$	0	0
الحالة الانتقالية	$n_i(Fe) - x$	$n_i(H^+) - 2x$	x	x
الحالة النهائية	$n_i(Fe) - x_{max}$	$n_i(H^+) - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}

بما أن الحديد اختفى كله فإنه المتفاعل المحد وبالتالي:

$n_i(Fe) - x_{max} = 0$ ومنه $n_i(Fe) = \frac{m}{M(Fe)} = x_{max}$

من جدول التقدم $n(H_{2(g)}) = x_{max} = \frac{V_g}{V_M}$ نجد $V_g = x_{max}\, V_M = \frac{m}{M(Fe)} V_M$

$V_g = 1{,}28L$

5) حسب جدول التقدم كمية مادة الحمض الابتدائية تساوي:

$n_i(H^+) = CV = 1 \times 0{,}2 = 0{,}2mo\ell$

كمية مادة الحديد الابتدائية : $n_i(Fe) = \frac{m}{M(Fe)} = \frac{3}{56} = 5{,}36.10^{-2}\text{mo}\ell$

لنقارن $n_i(Fe)$ و $\frac{n_i(H^+)}{2} = 0{,}1\text{mo}\ell$ نلاحظ أن: $\frac{n_i(H^+)}{2} > n_i(Fe)$ ومنه فإن الحمض موجود بوفرة.

6) اسم الراسب المتكون هو هيدروكسيد الحديد II - صيغته $Fe(OH)_2(s)$

أ) معادلة التفاعل : $Fe^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Fe(OH)_2(s)$

ب) حساب كتلة الراسب- :

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

من جهة أخرى : $n(Fe^{2+}) = x_{max}$ $n(Fe(OH)_2) = \frac{m}{M}$

نحصل على: $m(Fe(OH)_2) = 8{,}52g$

التمرين(8)

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

تفاعل أكسدة- ارجاع .

معادلة تفاعل أكسدة- ارجاع

$+ 6H_2O_{(l)}$ 3+ +

حساب كمية المادة لكل من المتفاعلين:

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

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

جدول التقدم

	$2A\ell_{(S)} + 6H_3O^+_{(aq)} \rightarrow 2A\ell^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$				
الحالة الابتدائية	$n_i(A\ell)$	$n_i(H_3O^+_{(aq)})$	0	0	بزيادة
الحالة الانتقالية	$n_i(A\ell) - 2x$	$n_i(H_3O^+_{(aq)}) - 6x$	$2x$	$3x$	بزيادة
الحالة النهائية	$n_i(A\ell) - 2x_{max}$	$n_i(H_3O^+_{(aq)}) - 6x_{max}$	$2x_{max}$	$3x_{max}$	بزيادة

*إذا كان $A\ell$ هو المتفاعل المحد فإن : $n_i(A\ell) - 2x_1 = 0$ فإن $x_1 = 2,5.10^{-3}\text{mo}\ell$

*إذا كان $H_3O^+_{(aq)}$ هو المتفاعل المحد فإن: $n_i(H_3O^+_{(aq)}) - 6x_2 = 0$ فإن $x_2 = 1,67.10^{-4}\text{mo}\ell$

وبالتالي يكون التقدم الأعظمي $x_{max} = 1,67.10^{-4}\text{mo}\ell$ والمتفاعل المحد هو $H_3O^+_{(aq)}$.

حصيلة المادة عند نهاية التفاعل:

$$n_f(A\ell) = n_i(A\ell) - 2x_{max} = 5.10^{-3} - 2 \times 1,67.10^{-4} = 4,67.10^{-3}\text{mo}\ell$$

$n_f(H_3O^+_{(aq)}) = 0$ لأن $H_3O^+_{(aq)}$ متفاعل محد.

$$n_f(A\ell^{3+}) = 2x_{max} = 2 \times 1,67.10^{-4} = 3,34.10^{-4} mo\ell$$

$$n_f(H_{2(g)}) = 3x_{max} = 3 \times 1,67.10^{-4} = 5,01.10^{-4} mo\ell$$

حساب تركيز أيونات الألومنيوم:

$$[A\ell^{3+}] = \frac{n_f(A\ell^{3+})}{V} = \frac{3,34.10^{-4}}{0,02} = 1,67.10^{-2}\text{mo}\ell/\text{L}$$

حساب $V(H_2)$ حجم ثنائي الهيدروجين المتصاعد:

قانون الغاز المثالي $P.V = n_f.R.T$

$$V(H_2) = \frac{n_f(H_2).R.T}{P} = 1,24.10^{-5}\text{m}^3 = 12,4\text{mL}$$

التمرين(9)

1) نصب الحجم V_1 من محلول حمض الأوكساليك في الكأس ، ونصب تدريجيا محلول برمنغنات البوتاسيوم من السحاحة حتى نقطة التكافؤ.

$$5 \times (C_2H_2O_4(aq) = 2CO_2 + 2H^+(aq) + 2é)$$

$$2 \times \left(MnO_{4(aq)}^- + 8H^+(aq) + 5é = Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(\ell)\right)$$

$$5C_2H_2O_4(aq) + 2MnO_{4(aq)}^- + 6H^+(aq) \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(\ell)$$

3) تتميز نقطة التكافؤ بعدم اختفاء اللون البنفسجي المميز لمحلول برمنغنات البوتاسيوم في الكأس.

4) جدول التقدم :

	$5C_2H_2O_4(aq) + 2MnO_{4(aq)}^- + 6H^+(aq) \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(\ell)$					
ح ابتدائية	C_1V_1	$C_2V_{éq}$	بز	0	0	بز
عند التكافؤ	$C_1V_1 - 5x_{éq}$	$C_2V_{éq} - 2x_{éq}$	بز	$10x_{éq}$	$2x_{éq}$	بز

عند التكافؤ نكتب:

$$n_0(C_2H_2O_4) = C_1V_1 = \frac{5}{2}C_2V_{éq} \quad \text{ومنه} \quad \frac{C_1V_1}{5} = \frac{C_2V_{éq}}{2}$$

$$n_0(C_2H_2O_4) = \frac{5}{2}10^{-1}.10.10^{-3} = 2{,}5.10^{-3}mo\ell$$

5) تركيز الحمض في المحلول المائي C_1 .

$$C_1 = \frac{n_0(C_2H_2O_4)}{V_1} = \frac{2{,}5.10^{-3}}{25.10^{-3}} = 0{,}1\text{mo}\ell/\text{L}$$

6) قيمة m .

$$m = C_1.M.V = 0{,}9\text{g}$$