وزارة التربية والتعليم
مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية

العلوم للجميع

الكيمياء

كتاب التمارين والأنشطة والتجارب العملية

كتاب المعلم - الجزء الأول - الصف الثاني عشر - العلمي

مراجعة القسم

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 1
المحاليل

مراجعة القسم 1-3

تركيز المحاليل

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدّد.

1. صف الأخطاء التي يرتكبها المتعلمون التالية أسماؤهم عند تحضيرهم محاليل معلومة التركيز بالمول/لتر.

أ. يحتاج حمزة لمحلول 0.600 M KCl. لذلك وزن 0.600 g من KCl وأضاف إليها 1 L من الماء.

قام حمزة بعدة أخطاء. أولاً إن كتلة 0.600 mol من KCl لا تساوي 0.600 g . ثانيًا إن إضافة 1.0 L من الماء إلى الصلب لا ينتج 1.0 L من المحلول. والنتيجة هي أن حمزة لم يُحضّر محلولاً تركيزه 0.600 M.

ب. تحتاج مريم إلى محلول 0.02 M $NaNO_3$. فحسبت أنها تحتاج إلى 2.00 g من $NaNO_3$ للحصول على 0.02 mol. وضعت مريم هذه المادة الصلبة في دورق حجمي سعته 1.00 L. وملأته حتى علامة 1.00 L.

ان مريم لم تحضّر المحلول المطلوب. أولاً إن 0.02 mol من $NaNO_3$ لها كتلة 1.70 g، وليس 2.00 g. كذلك كان يجب على مريم أن تتأكد من أن المذاب قد تمت إذابته بشكل كامل قبل مواصلة ملء الدورق الحجمي حتى علامة 1.00 L.

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية مبيّنًا طريقة الحساب في الفراغ المخصص لذلك.

2. 0.33 M ما مولارية محلول تكوّنَ بإذابة 2.0 mol من المذاب في 6.0 L من المذيب.

3. 1.0 m CH_3OH قابل للذوبان في الماء. ما مولالية محلول تم تحضيره بإذابة 8.0 g من CH_3OH في 250. g من الماء؟

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

4. يتطلق غاز ثاني أكسيد الكربون عند معالجة الرخام بحمض الهيدروكلوريك. ويتمثل هذا التفاعل بالمعادلة التالية:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

لإنتاج تفاعل أضيف 25.0 mL من 4.0 M HCl إلى فائض من $CaCO_3$.

0.10 mol ما عدد مولات HCl المستهلكة في هذا التفاعل؟

5. صبغة اليود تُحضّر بإذابة $I_2(s)$ في الإيثانول C_2H_5OH. ومحلول 1% يحتوي على 10.0 g من المذاب في 1000. g من المحلول.

990. g أ. كم جرامًا من المذيب يوجد في 1000. g من هذا المحلول؟

0.0394 mol ب. احسب عدد المولات في كتلة اليود المذابة.

0.0398 *m* ج. ما مولالية هذا المحلول (1%)؟

د. وضّح طريقة حساب المولارية لمحلول صبغة اليود إذا عُلِمَت كثافته.

يمكن التعبير عن كثافة محلول بـ g/ml أو kg/L. أقسم 1.00 kg على كثافة المحلول لإيجاد حجم المحلول باللترات. ثم أقسم 0.0394 mol على هذا الحجم للحصول على المولارية.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 1
المحاليل

مراجعة متنوِّعة

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدَّد.

1. علِّل ما يلي:

أ. $CaCl_2$ الصلب غير موصِّل للكهرباء أما محلوله فيوصِّل.

$CaCl_2$ هو صلب أيوني. في الشكل البلوري تكون الأيونات ثابتة في مواقعها. إذابة البلورة في الماء تُنتج الأيونات وتدعها تتحرك بحرِّية، مما يسمح لها بأن توصل الكهرباء.

ب. بشكل عام، السائل القطبي والسائل غير القطبي غير قابلين للامتزاج.

إن الجزيئات القطبية تميل إلى جذب بعضها بعضًا، مما يرغم الجزيئات غير القطبية على أن تبقى في طبقة منفصلة.

ج. المشروبات الغازية تفقد مذاقها المميِّز (اللاذع) عندما تسخن.

ذوبانية الغازات تنخفض عادة عندما ترتفع درجة حرارة المحلول. عند درجات حرارة أعلى، يُفلت المزيد من جزيئات CO_2 من سطح السائل، وهذا ما يبقي على القليل من جزيئات الغاز في المحلول.

2. لوحظ أن مركبًا مجهولاً يمتزج مع التولوين $C_6H_5CH_3$ ولا يمتزج مع الماء.

أ. هل المركَّب المجهول أيوني، أم تساهمي قطبي، أم تساهمي غير قطبي؟ برِّر إجابتك.

إنه مركب تساهمي غير قطبي لأنه يمتزج مع التولوين ،غير القطبي، وليس مع الماء ،القطبي،، طبقًا لقاعدة الشبيه يذيب الشبيه.

ب. افترض أن المركَّب المجهول سائل أيضًا. فهل يكون قادرًا على إذابة ملح الطعام؟ علِّل ذلك؟

لا، فكونه غير قطبي يجعل جزيئاته غير قادرة على نزع الأيونات من أسطح بلورات كلوريد الصوديوم.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية مبيّنًا طريقة الحساب في الفراغ المخصص لذلك.

3. لديك 500. mL من محلول $CuSO_4$ 0.30 M.

أ. ما عدد مولات المذاب الموجودة في هذا المحلول؟ _____ 0.15 mol

ب. ما عدد جرامات المذاب الضرورية لتحضير هذا المحلول؟ _____ 24 g

4. يذوب 90. g من $CaBr_2$ في 900. g من الماء.

ما مولالية هذا المحلول؟ _____ 0.50 *m*

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 2
الأيونات في المحاليل المائية والخصائص التجميعية

مراجعة القسم 2-1

المركّبات في المحاليل المائية

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدّد.

1. وظّف البيانات الموجودة في الجدول 2-1 على الصفحة 41 من كتاب الطالب وتوقّعْ ذوبانية المركّبات التالية في الماء:

قابلة للذوبان ____ أ. نيترات المغنيسيوم

غير قابلة للذوبان ____ ب. كبريتات الباريوم

غير قابلة للذوبان ____ ج. كربونات الكالسيوم

قابل للذوبان ____ د. فوسفات الأمونيوم

2. أذيب 1.0 moL من أسيتات المغنيسيوم في الماء.

$Mg(CH_3COO)_2$ ____ أ. اكتب صيغة أسيتات المغنيسيوم.

3.0 mol ____ ب. ما عدد مولات الأيونات التي تنتشر في المحلول؟

0.60 mol ____ ج. ما عدد مولات الأيونات التي تنتشر في محلول محضّر من 0.20 mol من أسيتات المغنيسيوم مذابة في الماء؟

3. اكتب صيغة الراسب المتكوّن في كل من الحالات التالية:

$Mg_3(PO_4)_2$ ____ أ. عند تفاعل محلولَي كلوريد المغنيسيوم وفوسفات البوتاسيوم.

Ag_2S ____ ب. عند تفاعل محلولَي كبريتيد الصوديوم ونيترات الفضة.

4. اكتب معادلة تفكُّك كل من المركّبين التاليين في الماء:

أ. $Na_3PO_4(s)$

$Na_3PO_4(s) \rightarrow 3Na^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$

ب. كبريتات الحديد (III) الصلبة

$Fe_2(SO_4)_3(s) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$

5. أ. اكتب المعادلة الأيونية الصرفة لتفاعل محلول نيترات الرصاص (II) ومحلول كبريتات الأمونيوم.

$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s)$

ب. ما الأيونات المتفرجة في هذا النظام؟

هيه أيونان متفرجان هما NO_3^- و NH_4^+

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

6. إذا مزجنا المحاليل المائية للمركّبات التالية NaCl و Na_3PO_4 و $Ba(NO_3)_2$، في دورق.

أ. فهل يتكون راسب؟ إذا أجبت بـ «نعم» اكتب اسم هذا الراسب وصيغته.

نعم، يتكون فوسفات الباريوم، $Ba_3(PO_4)_2$، كراسب.

ب. ما الأيونات المتفرجة الموجودة في هذا النظام؟

فيه ثلاثة أيونات متفرجة هي Na^+ و Cl^- و NO_3^-

7. تأمّل المعادلة غير الموزونة التالية ثم أجب عما يلي:

$Al(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$ (غير موزونة)

أ. في محلول مائي لـ HCl ما نوع هذا التأين؟ تأين تام

ب. ما الأيون المتفرج في هذا النظام؟ $Cl^-(aq)$

ج. زن المعادلة السابقة.

$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$

8. يُعدُّ حمض الأسيتيك CH_3COOH إلكتروليتًا ضعيفًا. اكتب معادلة تمثّل تأيّنه في الماء. ضمّنْ ذلك أيون الهيدرونيوم (H_3O^+).

$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \leftrightharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 2
الأيونات في المحاليل المائية والخصائص التجميعية

مراجعة القسم 2-2

الخصائص التجميعية للمحاليل

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية، في الفراغ المخصص لذلك.

1. إذا علمت أن درجة غليان محلول الجلوكوز في الماء تساوي 100.102°C، فما هو توقُّعك لدرجة غليان المحاليل المائية لكلٍّ من المركّبات التالية إذا كان لها التركيز المولالي نفسه؟

أ. يوديد البوتاسيوم — 100.204°C

ب. كلوريد الألمنيوم — 100.408°C

ج. السكروز — 100.102°C

2. المكوّن الرئيس لمضاد التجمُّد هو جليكول الإيثيلين $(CH_2OH)_2$. افترض أن $(CH_2OH)_2$ أضيف إلى منظومة تبريد في سيارة تحتوي على 5.0 kg من الماء.

أ. ما عدد مولات جليكول الإيثيلين اللازمة إضافتها إلى منظومة التبريد لخفض درجة تجمد الماء من 0.0°C إلى −18°C؟ — 48 mol

ب. ما عدد جرامات جليكول الإيثيلين المضاف في (أ)؟ — 3.0×10^3 g

ج. إذا علمت أن كثافة جليكول الإيثيلين تساوي 1.1Kg/L. فما حجم $(CH_2OH)_2$ الواجب إضافتها إلى الماء في منظومة التبريد لمنع التجمُّد عند درجة حرارة −18°C؟ — 2.7 L

د. يضاف جليكول الإيثيلين إلى منظومة التبريد في السيارة في دولة الإمارات باعتبارها دولة ترتفع فيها درجات الحرارة. إذا كانت درجة الحرارة في الإمارات قلَّما تهبط إلى 0°C، فلِمَ إذن كان مضاد التجمُّد ضروريًّا؟

إن مضاد التجمّد يجعل درجة غليان الماء أعلى. فسكان الإمارات يحتاجون إليه لمنع الماء من الغليان في منظومات تبريد سياراتهم.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

3. أحد الاستعمالات المهمة للخصائص التجميعية يكمن في تحديد الكتلة المولية للمواد المجهولة. فمثلاً، 12.0 g من مركّب مجهول X لاإلكتروليتي غير قطبي أذيبت في 100.0 g من مصهور الكافور. المحلول الناتج يتجمد عند 99.4°C. استخدم بعض بيانات الجدول 2-2 على الصفحة 52 من كتاب الطالب للإجابة عن الأسئلة التالية:

79.4°C أ. ما الفرق بين درجة تجمد محلول الكافور ودرجة تجمد الكافور العادية؟

2.00 *m* ب. ما مولالية محلول الكافور والمركب X، بالاعتماد على معطيات درجة التجمد؟

120. g ج. إذا وجد 12.0 g من المركب X في 100.0 g من الكافور، فكم يكون عدد جرامات المركب X الموجودة في كيلوجرام من الكافور؟

60.0 g/mol د. احسب الكتلة المولية للمركب X.

4. علّل ما يلي: التوصيل الكهربائي للمحاليل ليس خاصةً تجميعية.

تعتمد خاصةُ التوصيل الكهربائي على طبيعة المذاب، خلافًا للخصائص التجميعية التي تعتمد فقط على تركيز جسيمات المذاب.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 2
الأيونات في المحاليل المائية والخصائص التجميعية

مراجعة متنوِّعة

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدّد.

1. طابق بين كل من المركّبات الأربعة المذكورة في اليسار وبين ما يمثّله في جهة اليمين.

ب مركّب أيوني قابل للذوبان في الماء	(أ) HCl
ج مركّب شحيح الذوبان في الماء	(ب) $NaNO_3$
أ مركّب جزيئي يتأيّن في الماء	(ج) $AgCl$
د مركّب جزيئي يذوب ولا يتأيّن في الماء	(د) C_2H_5OH
	(هـ) C_6H_6

2. أ. سمِّ مركّبين في محلول يمكن أن يتفاعلا ليكوّنا راسب كربونات الكالسيوم.

تتنوّع الأجوبة. أي ملح كالسيوم قابل للذوبان يخلط مع أي كربونات قابلة للذوبان سيكوّنان الراسب. أحد الأمثلة نيترات الكالسيوم وكربونات الصوديوم.

ب. حدّد هوية الأيونات المتفرجة في النظام المقترح في الجزء (أ).

في المثال المعطى، أيونا الصوديوم والنيترات أيونان متفرجان.

ج. اكتب المعادلة الأيونية الصرفة لتكوين كربونات الكالسيوم.

$Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow CaCO_3(s)$

3. علّل ما يلي: رشّ الملح الصخري (NaCl غير النقي) على الرصيف المغطّى بالجليد يؤدي إلى تسريع عملية الانصهار.

لأن الملح يعمل على خفض درجة التجمّد مما يعمل على صهر الجليد دون درجة الصفر المئوية.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية، وبيّن عملك في الفراغ المخصص لذلك.

4. 13.4 *m* _____ بعض الحشرات تولّد مضاداً للتجمّد داخل خلاياها لتبقى حيةً في البرد القارس. مضاد التجمّد الناتج هو الجليسرول $CH_2OH–CHOH–CH_2OH$، وهو لاإلكتروليت غير متطاير قابل للذوبان تمامًا في الماء. ما مولالية محلول الجليسرول اللازمة لخفض درجة تجمد الماء إلى $-25.0°C$؟

5. 2.14 g _____ احسب كتلة الميثانول CH_3OH بالجرام اللازمة إضافتها إلى 200. g من حمض الأسيتيك لخفض درجة تجمُّده $1.30°C$؟ ارجعْ إلى الجدول 2-2 على الصفحة 52 من كتاب الطالب لاستعمال بعض البيانات الضرورية.

6. 0.67 *m* _____ درجة غليان محلول الجلوكوز (سكر العنب) $C_6H_{12}O_6$ في الماء تبلغ $100.34°C$. احسب مولالية هذا المحلول.

7. ج _____ أي محلول له أعلى ضغط أسموزي؟

أ. 0.1 *m* من الجلوكوز
ب. 0.1 *m* من السكروز
ج. 0.5 *m* من الجلوكوز
د. 0.2 *m* من السكروز

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 3
الأحماض والقواعد

مراجعة القسم 3-1

خصائصُ الأحماض والقواعد

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدّد.

1. سمِّ الأحماض التالية:

حمض الكبريتيك أ. H_2SO_4

حمض الكبريتوز ب. H_2SO_3

حمض الهيدروكبريتيك ج. H_2S

حمض البيركلوريك د. $HClO_4$

حمض الهيدروسيانيك هـ. HCN

2. H_2S أيّ الأحماض السابقة يعدُّ حمضًا ثنائيًّا.

3. اكتب صيغ الأحماض التالية:

HNO_2 أ. حمض النيتروز

HBr ب. حمض الهيدروبروميك

H_3PO_4 ج. حمض الفوسفوريك

CH_3COOH د. حمض الأسيتيك

$HClO$ هـ. حمض الهيبوكلوروز

4. صيغة سيلينات الكالسيوم $CaSeO_4$

H_2SeO_4 أ. ما صيغة حمض السيلينيك؟

H_2SeO_3 ب. ما صيغة حمض السيلينوز؟

5. موظفًا سلسلة النشاطية، حدّد هوية فلزّين لا يمكن أن ينتجا غاز الهيدروجين عندما يعالجان بحمض.

ينبغي أن يختار المتعلمون اثنين من هذه الفلزات: Cu، Ag، Au، Pt، Hg.

6. اكتب معادلتين كيميائيتين موزونتين للتفاعلين التاليين:

أ. فلزّ ألمنيوم مع حمض النيتريك المخفف.

$2Al(s) + 6HNO_3(aq) \rightarrow 2Al(NO_3)_3(aq) + 3H_2(g)$

ب. محلول هيدروكسيد الكالسيوم مع حمض الأسيتيك.

$Ca(OH)_2(aq) + 2CH_3COOH(aq) \rightarrow Ca(CH_3COO)_2(aq) + 2H_2O(l)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

7. اكتب المعادلات الأيونية الصرفة التي تمثّل التفاعلات التالية:

أ. تأيّن $HClO_3$ في الماء.

$HClO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + ClO_3^-(aq)$

ب. سلوك NH_3 كقاعدة أرهينيوس.

$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

8. علّل ما يلي: أ. محاليل الأحماض القوية توصّل التيار الكهربائي.

تتأيّن الأحماض القوية بشكل تام في المحلول. وأيوناتها الناتجة حرة الحركة. مما يجعلها قادرة على توصيل التيار الكهربائي في المحلول.

ب. محاليل الأحماض القوية أكثر توصيلاً للتيار الكهربائي من محاليل الأحماض الضعيفة، مع الافتراض أن كل العوامل الأخرى ثابتة.

الأحماض القوية توصل الكهرباء بشكل أفضل لأن لديها أيونات في اللتر الواحد من المحلول أكثر من الأحماض الضعيفة ذات التركيز نفسه.

9. تتفاعل أحماض كثيرة مع الكربونات الصلبة، كما في المعادلة التالية:

$CaCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ (غير موزونة)

أ. زن المعادلة السابقة.

$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

ب. اكتب المعادلة الأيونية الصرفة.

$CO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$

ج. حدّد هوية جميع الأيونات المتفرجة في هذا النظام. Ca^{2+} و Cl^-

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 3
الأحماض والقواعد

مراجعة القسم 3-2

نظريات الأحماض والقواعد

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدّد.

1. أ. اكتب معادلتين تبيّنان مرحلتي تأيُّن حمض الكبريتوز في الماء.

المرحلة الأولى $H_2SO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + HSO_3^-(aq)$

المرحلة الثانية $HSO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + SO_3^{2-}(aq)$

ب. أيُّ مرحلة تأيُّن تنتج عادةً أيونات أكثر؟

المرحلة الأولى. في معظم الأحماض متعددة البروتون، يكون تركيز الأيونات المتكونة في التأين الأول هو الأكبر.

2. أ. عرِّف قاعدة لويس. هل يمكن لـ OH^- أن يعمل كقاعدة لويس؟ وضِّح إجابتك.

قاعدة لويس مادة تمنح زوجًا من الالكترونات لتكوين رابطة تساهمية.

نعم. OH^- قاعدة لويس لأن عندها زوجًا من الالكترونات يمكن أن تمنحه. كما في المعادلة التالية:

$OH^-(aq) + H^+(aq) \rightleftarrows H_2O(l)$

ب. عرِّف حمض لويس. هل يمكن لـ H^+ أن يعمل كحمض لويس؟ وضِّح إجابتك.

حمض لويس مادة تستقبل زوجًا من الالكترونات لتكوين رابطة تساهمية.

نعم. H^+ حمض لويس لأنه يستقبل زوجًا من الالكترونات من القاعدة، كما في المعادلة التالية: $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftarrows H_2O(l)$

3. حدِّد هوية حمض برونشتد–لوري وقاعدة برونشتد–لوري في جهة المتفاعلات من كلتا المعادلتين التاليتين. برِّر إجابتك.

أ. $H_2O(l) + HNO_3(aq) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

HNO_3 حمض برونشتد - لوري، لأنه يمنح بروتونًا لـ H_2O. و H_2O قاعدة برونشتد-لوري لأنه يستقبل بروتونًا.

ب. $HF(aq) + HS^-(aq) \rightarrow H_2S(aq) + F^-(aq)$

HF حمض برونشتد - لوري لأنه يمنح بروتونًا لـ HS^-. و HS^- قاعدة برونشتد-لوري لأنه يستقبل بروتونًا.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

4. أ. اكتب معادلة التأيُّن الأول لـ H_2CO_3 في محلول مائي مفترضًا أن الماء يعمل كمتفاعل يرتبط بأيون الهيدروجين الناتج من H_2CO_3. أي من المتفاعلات يكون حمض برونشتد–لوري، وأيُّها قاعدة برونشتد–لوري؟ وضِّح إجابتك.

$H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$.

H_2CO_3 حمض برونشتد-لوري لأنه يمنح بروتونًا لـ H_2O الذي يسلك كقاعدة برونشتد-لوري لأنه يستقبل بروتونًا.

ب. اكتب معادلة التأيُّن الثاني للأيون المتكوِّن من تفاعل H_2CO_3 السابق وصفه. افترض كذلك أن الماء يعمل كمتفاعل يرتبط بأيون الهيدروجين الناتج. فأيٌّ من المتفاعلات يكون حمض برونشتد–لوري وأيها قاعدة برونشتد–لوري؟ وضِّح إجابتك.

$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$.

HCO_3^- حمض برونشتد-لوري لأنه يمنح بروتونًا لـ H_2O الذي يسلك كقاعدة برونشتد-لوري لأنه يستقبل بروتونًا.

ج. ماذا تُسمّى المادة التي تعطي بروتونين مثل H_2CO_3؟

حمض ثنائي البروتون.

5. أ. كم زوجًا من الإلكترونات يحيط بذرّة البورون (B، عدده الذرّي 5) في المركّب BCl_3؟

ثلاثة

ب. كم زوجًا من الإلكترونات يحيط بذرّة النيتروجين (N، عدده الذرّي 7) في المركّب NF_3؟

أربعة

ج. اكتب معادلة للتفاعل بين المركّبين السابقَين. افترض أنهما يتفاعلان بنسبة 1:1 لتكوين جزيء واحد كناتج.

$BCl_3 + NF_3 \rightarrow BCl_3NF_3$

د. مفترضًا أن B وN يرتبطان تساهميًّا الواحد بالآخر في الناتج، فأي متفاعل يكون حمض لويس؟ هل يكون هذا المتفاعل حمض برونشتد–لوري كذلك؟ وضِّح إجابتك

BCl_3 حمض لويس لأنه يستقبل زوجًا من الالكترونات ويكون رابطة تساهمية. وهو ليس حمض برونشتد - لوري لأنه لا يمنح بروتونًا.

هـ. أي متفاعل يكون قاعدة لويس؟ وضِّح إجابتك.

NF_3 قاعدة لويس لأنه يمنح زوجًا من الالكترونات ويكون رابطة تساهمية.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 3
الأحماض والقواعد

مراجعة القسم 3-3

تفاعلات الحمض-القاعدة

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية.

1. أجب عن الأسئلة التالية حسب تعريف برونشتد–لوري للأحماض والقواعد:

أ. ما القاعدة المرافقة لـ H_2SO_3؟ HSO_3^-

ب. ما القاعدة المرافقة لـ NH_4^+؟ NH_3

ج. ما القاعدة المرافقة لـ H_2O؟ OH^-

د. ما الحمض المرافق لـ H_2O؟ H_3O^+

هـ. ما الحمض المرافق لـ $HAsO_4^{2-}$؟ $H_2AsO_4^-$

2. لديك التفاعل المعبَّر عنه بالمعادلة التالية:

$$NH_4^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftarrows NH_3(aq) + HCO_3^-(aq)$$

أ. إذا اعتبرنا NH_4^+ الحمض 1، حدِّد هوية المواد الثلاث الأخرى باستعمال المفردات: الحمض 2، القاعدة 1، القاعدة 2، لزوجي الحمض–القاعدة المرافقين.

CO_3^{2-} القاعدة$_2$

HCO_3^- الحمض$_2$

NH_3 القاعدة$_1$

ب. وضِّح جهة انتقال البروتون بين المواد المتفاعلة. من الحمض إلى القاعدة

3. لديك المعادلة التالية:

$$HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \rightleftarrows CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l)$$

أ. حدِّد الزوجين الحمض–القاعدة المرافقين في هذا النظام.

$HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \rightleftarrows CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l)$

حمض$_2$ قاعدة$_1$ قاعدة$_2$ حمض$_1$

ب. علِّل ما يلي: التفاعل الأماميُّ هو المرجَّح حدوثه في المعادلة السابقة.

لأنه ينتج الحمض الأضعف والقاعدة الأضعف في التفاعل الأمامي. يتنافس HCO_3^- بقوة أكبر مع H_2O لمنح بروتون، ويتنافس OH^- بقوة أكبر مع CO_3^{2-} ليستقبل بروتونًا، مما يُحدث ترجيحًا للتفاعل الأمامي.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

4. اكتب صيغة الملح المتكوّن في كل من تفاعلات التعادل التالية:

أ. هيدروكسيد البوتاسيوم مع حمض الفوسفوريك. K_3PO_4

ب. هيدروكسيد الكالسيوم مع حمض النيتروز. $Ca(NO_2)_2$

ج. حمض الهيدروبروميك مع هيدروكسيد الباريوم. $BaBr_2$

د. حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الليثيوم. Li_2SO_4

5. لديك المعادلة غير الموزونة التالية لتفاعل التعادل:

$$H_2SO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$$

أ. زن المعادلة

$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4\ (aq) + 2H_2O(l)$

ب. حدّد الأيونات المتفرّجة في التفاعل السابق. Na^+ و SO_4^{2-}

ج. لكي يستهلك التفاعل المتفاعلات جميعها بشكل تام، ما النسبة المولية للحمض إلى القاعدة؟ 2 :1

6. الغازات التي تنتج المطر الحمضي تنسبُ غالبًا إلى NO_x و SO_x.

أ. أعطِ عدة أمثلة على هذه الغازات.

بعض الأمثلة: NO و NO_2 و SO_2 و SO_3

ب. المصانع التي يعتمد توليد طاقتها على احتراق الفحم الحجري والنفط، تؤكسد الكبريت الموجود في وقودها. فعندما يحترق الكبريت في الهواء يكوّن غاز SO_2. ثم يتأكسد هذا الغاز باتحاده مع O_2 الموجود في الجو ليكوّنا غاز SO_3. ويمكن للغاز SO_3 بدوره، أن يتحد مع الماء ليكوّن حمض الكبريتيك. اكتب المعادلات الكيميائية الموزونة التي توضح هذه التفاعلات الثلاثة.

$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$

ج. الوحدات الصناعية التي تقوم بتصنيع الأسمدة والمنظفات تُطلِق إلى الغلاف الجوي أكاسيد النيتروجين. اكتب معادلة موزونة لتحويل $N_2O_5(g)$ إلى حمض النيتريك عبر تفاعله مع الماء.

$N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 3
الأحماض والقواعد

مراجعة متنوِّعة

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المناسب.

1. أ. اكتب صيغة حمض الهيبوكلوروز. HClO

ب. اكتب اسم $HF(aq)$. حمض الهيدروفلوريك

ج. إذا كان $Pb(C_2O_4)_2$ يسمّى أكسلات الرصاص (IV)، فما صيغة حمض الأكسليك؟ $H_2C_2O_4$

د. سمّ الحمض الموجود في الخل. حمض الأسيتيك

2. أجب عن الأسئلة التالية حسب نظرية برونشتد للأحماض والقواعد. ارجع إلى الجدول 3-6، على الصفحة 83 من كتاب الطالب عند الضرورة.

أ. ما القاعدة المرافقة لـ H_2S؟ HS^-

ب. ما القاعدة المرافقة لـ HPO_4^{2-}؟ PO_4^{3-}

ج. ما الحمض المرافق لـ NH_3؟ NH_4^+

3. تأمل التفاعل المتمثل بالمعادلة التالية:

$$OH^-(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_3^{2-}(aq)$$

إذا افترضنا OH^- القاعدة 1 فما الحمضان 1 و 2، وما القاعدة 2؟

أ. الحمض 1 H_2O

ب. الحمض 2 HCO_3^-

ج. القاعدة 2 CO_3^{2-}

4. اكتب صيغة الملح الناتج في كل من تفاعلات التعادل التالية:

أ. حمض الكبريتوز مع هيدروكسيد البوتاسيوم. K_2SO_3

ب. حمض الفوسفوريك مع هيدروكسيد الكالسيوم. $Ca_3(PO_4)_2$

5. يعطي حمض الكربونيك أيونات H_3O^+ في الماء على مرحلتين:

أ. اكتب المعادلتين اللتين تمثّلان هاتين المرحلتين.

المرحلة الأولى $H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$

المرحلة الثانية $HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

المرحلة الأولى ب. أي مرحلة تُنتج أيوناتٍ أكثر في المحلول؟

6. حمض الأسيتيك الثلجي سائل عالي اللزوجة قريب جدًّا من CH_3COOH 100%. عندما يمزج مع الماء يكوّن حمض الأسيتيك المخفف.

أ. عندما تحضّر محلول حمض مخفّف، أتضيف الحمض إلى الماء أم الماء إلى الحمض؟ برّر إجابتك.

أضيف الحمض إلى الماء لأحصل على خليط جيد للحمض الأكثر كثافة مع انطلاق بطيء للحرارة، ولتجنب تطاير الحمض المركز.

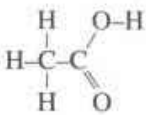
ب. علّل ما يلي: حمض الأسيتيك الثلجي ليس موصّلاً للكهرباء، ولكنّ حمض الأسيتيك المخفّف موصّل للكهرباء.

حمض الأسيتيك الثلجي يوجد على شكل جزيئات. بوجود الماء تتأين بعض هذه الجزيئات إلى H^+ وCH_3COO^-، مما يجعل المحلول موصّلاً للكهرباء.

ج. حمض الأسيتيك المخفّف ليس موصّلاً للكهرباء كحمض النيتريك المخفّف عند التركيز نفسه. علامَ يدلّك ذلك؟

يكون حمض الأسيتيك ضعيفًا.

د. تأمّل الصيغة البنائية التالية لحمض الأسيتيك، ثم علّل اعتبار حمض الأسيتيك أحادي البروتون.



لأن عدد ذرات الهيدروجين المرتبطة بذرة أكسجين مرتبطة بالذرة المركزية (C) يساوي 1، أما الذرات الأخرى فهي غير مرتبطة بذرات O وبالتالي فلا تتأين.

30. g هـ. ما عدد جرامات حمض الأسيتيك الثلجي اللازمة للاستعمال من أجل الحصول على 250 mL من حمض الأسيتيك 2.00 M؟ بين كل حساباتك.

7. التأثير العام للمطر الحمضي في البحيرات والبرك تحدّده جزئيًا جيولوجيا الطبقة الأرضية للبحيرات. في بعض الحالات تكون الصخور كلسية أي غنية بكربونات الكالسيوم، فتتفاعل كربونات الكالسيوم مع الحمض في ماء البحيرة حسب المعادلة الأيونية التالية التي يظهر منها المتفاعلات فقط.

$$CaCO_3(s) + 2H_3O^+(aq) \rightarrow$$

أ. أكمل هذه المعادلة الأيونية:

$CaCO_3(s) + 2H_3O^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3H_2O(l)$

ب. إذا كان هذا التفاعل هو التفاعل الوحيد الذي يحدث مع H_3O^+ في البحيرة، فهل يزيد أم ينقص تركيز H_3O^+ في ماء البحيرة؟ وهل يؤثّر ذلك على الرقم الهيدروجيني لماء البحيرة؟

ينقص تركيز H_3O^+، مما يجعل الرقم الهيدروجيني لماء البحيرة يرتفع.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 4
معايرة الأحماض والقواعد والرقم الهيدروجيني

مراجعة القسم 4-1

المحاليل المائية ومفهوم الرقم الهيدروجيني

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية.

1. احسب القيم المطلوبة:

أ. احسب $[OH^-]$ لمحلول $[H_3O^+]$ فيه يساوي 1×10^{-6} M. ____1×10^{-8} M____

ب. احسب $[OH^-]$ لمحلول $[H_3O^+]$ فيه يساوي 1×10^{-9} M. ____1×10^{-5} M____

ج. احسب $[H_3O^+]$ لمحلول $[OH^-]$ فيه يساوي 1×10^{-12} M. ____1×10^{-2} M____

2. احسب القيم المطلوبة:

أ. احسب pOH لمحلول pH له يساوي 2.0. ____12.0____

ب. احسب pH لمحلول pOH له يساوي 4.73. ____9.27____

ج. احسب pH لمحلول $[H_3O^+]$ فيه يساوي 1×10^{-3} M. ____3.0____

د. احسب $[OH^-]$ لمحلول pOH له يساوي 5.0. ____1×10^{-5} M____

هـ. احسب $[OH^-]$ لمحلول pH له يساوي 1.0. ____1×10^{-13} M____

3. احسب القيم المطلوبة:

أ. احسب pH لمحلول $[H_3O^+]$ فيه يساوي 2.34×10^{-5} M. ____4.631____

ب. احسب $[OH^-]$ لمحلول pOH له يساوي 3.5. ____3.16×10^{-4} M____

ج. احسب $[OH^-]$ لمحلول $[H_3O^+]$ فيه يساوي 4.6×10^{-8} M. ____2.2×10^{-7} M____

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية، واكتب عملك في الفراغ المخصص لذلك.

4. محلول مائي $[H_3O^+]$ فيه يساوي 2.3×10^{-3} M. أجب عما يلي:

أ. احسب $[OH^-]$ في هذا المحلول. ____4.3×10^{-12} M____

ب. احسب pH لهذا المحلول. ____2.64____

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

11.36 _____ ج. احسب pOH لهذا المحلول.

د. هل المحلول حمضي أم قاعدي أم متعادل؟ برّر إجابتك.

هذا المحلول حمضي لأن pH أقل من 7.0.

5. لديك محلول مخفّف من $Ba(OH)_2$ تركيزه 0.025 M، أجب عن الأسئلة التالية:

أ. ما قيمة $[OH^-]$ في هذا المحلول؟ وضّح إجابتك.

0.050 M، لأن $Ba(OH)_2$ قاعدة قوية تامة التفكك، وكل مول منها يعطي 2 مول من OH^-. لذلك $[OH^-]$ يساوي ضعفي $[Ba(OH)_2]$.

12.70 _____ ب. ما قيمة pH هذا المحلول؟

6. يحتوي خلٌّ تجاري على 6 g من CH_3COOH في 100 mL من المحلول.

1 M _____ أ. ما مولارية المحلول؟

ب. القيمة الفعلية $[H_3O^+]$ في محلول الخل، في السؤال (أ) تساوي، 4.2×10^{-3} M. هل تأيُّن CH_3COOH أكثر من 1% أم أقل من 1%؟ فسّر إجابتك.

يتأين أقل من 1%، لأن 1% من 1 M يساوي 1×10^{-2} M من أيونات الهيدرونيوم وهذه الكمية أكبر من الكمية الفعلية التي تأينت.

ضعيفًا _____ ج. هل يكون حمض الأسيتيك قويًا أم ضعيفًا؟

2.38 _____ د. ما قيمة PH لمحلول الخل؟

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

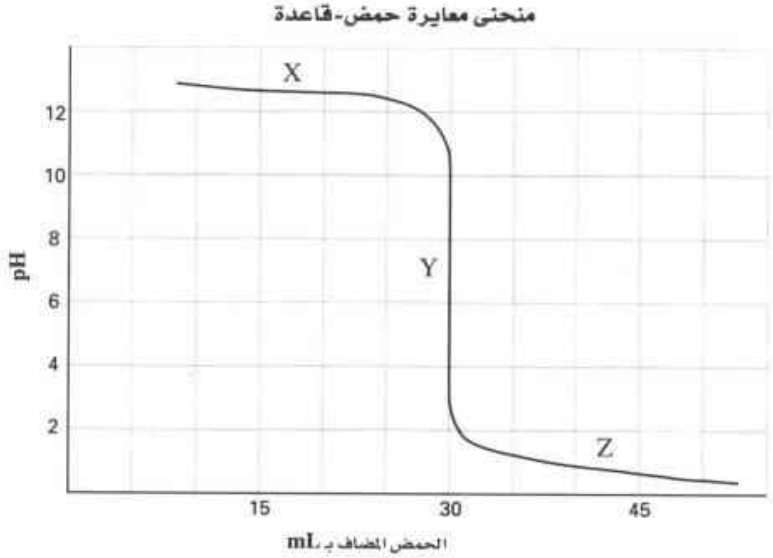
الفصل 4
معايرة الأحماض والقواعد والرقم الهيدروجيني

مراجعة القسم 4-2

تحديدُ الرقم الهيدروجيني والمعايرات

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية.

1. فيما يلي، رسم منحنى pH لمعايرة حمض–قاعدة، وعليه النقاط الثلاث X وY وZ.



أ. Y _____ أي نقطة تمثل نقطة التكافؤ؟

ب. Z _____ عند أي نقطة يكون الحمض فائضًا في هذا النظام؟

ج. X _____ عند أي نقطة تكون القاعدة فائضة في هذا النظام؟

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية، وبيّن عملك في الفراغ المخصص لذلك.

2. محلول قياسي من 0.065 M HCl تمّت بواسطته معايرة محلول من هيدروكسيد الكالسيوم لتحديد مولاريته وذوبانيته. إذا لزم 25.0 mL من القاعدة لتعادل 10.0 mL من الحمض.

أ. اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل.

$Ca(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + 2H_2O(l)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

0.013 M ب. احسب مولارية محلول $Ca(OH)_2$.

0.96 g/L ج. معتمدًا على إجابتك عن السؤال (ب)، احسب ذوبانية القاعدة بالجرامات في لتر محلول.

3. يمكن إجراء معايرة بدون كاشف، وذلك بغمس إلكترود مقياس pH في دورق يحتوي على محلول مولاريته مجهولة، ويضاف إليه ببطء محلول معلوم المولارية من السحّاحة. وظّف معطيات المعايرة التالية للإجابة عن السؤالين اللاحقين:

حجم $KOH(aq)$ في الدورق = 30.0 mL.

مولارية $HCl(aq)$ في السّحاحة = 0.50 M.

عند اللحظة التي يحدث فيها التغيُّر المفاجئ في pH من 10 إلى 4، كان حجم الحمض المضاف إلى KOH يساوي 27.8 mL.

1:1 أ. ما النسبة المولية لـ $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$ في هذا النظام؟

0.46 M ب. احسب مولارية المحلول KOH موظّفًا المعطيات السابقة.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

الفصل 4
معايرة الأحماض والقواعد
والرقم الهيدروجيني

مراجعة متنوِّعة

إجابة قصيرة: أجب عن الأسئلة التالية في المكان المحدَّد.

1. احسب القيم المطلوبة:

أ. احسب pH لمحلول $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}\ M$. ____4.0____

ب. احسب $[H_3O^+]$ لمحلول pH له 13.0. ____$1 \times 10^{-13}\ M$____

ج. احسب $[H_3O^+]$ لمحلول $[OH^-] = 1 \times 10^{-5}\ M$. ____$1 \times 10^{-9}\ M$____

د. احسب pOH لمحلول pH له 4.72. ____9.28____

هـ. احسب pH لمحلول $[OH^-] = 1.0\ M$. ____14.00____

2. احسب كلاً مما يلي:

1. أ. احسب pH لمحلول فيه $[H_3O^+] = 6.25 \times 10^{-9}\ M$. ____8.204____

ب. احسب $[OH^-]$ لمحلول pOH له يساوي 2.34. ____$4.6 \times 10^{-3}\ M$____

ج. يساوي pH لحليب المغنيسيا $(Mg(OH)_2)$ تقريبًا 10.5، احسب $[OH^-]$. ____$3 \times 10^{-4}\ M$____

مسائل: أجب عن الأسئلة التالية، وبيّن عملك في الفراغ المخصص لذلك.

3. عند تأيُّن محلول $0.0012\ M\ H_2SO_4$ أجب عن الأسئلة التالية علمًا أنه تام التأيُّن:

أ. ما قيمة $[H_3O^+]$ في محلول H_2SO_4؟ ____$0.0024\ M$____

ب. ما قيمة $[OH^-]$ في هذا المحلول؟ ____$4.2 \times 10^{-12}\ M$____

ج. ما قيمة pH لهذا المحلول؟ ____2.62____

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

4. في معايرة تتعادل عيِّنة 25.0 mL من 0.150 M HCl مع 44.45 mL من $Ba(OH)_2$.

أ. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

$2HCl(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + 2H_2O(l)$

ب. ما مولارية محلول القاعدة؟ 0.0422 M

5. أذيب 3.09 g من حمض البوريك H_3BO_3 في الماء وأصبح حجم المحلول 200. mL.

أ. احسب مولارية المحلول. 0.250 M

ب. يتأيّن H_3BO_3 في محلول على ثلاث مراحل. اكتب المعادلة التي تبيّن التأيّن في كل مرحلة. أي مرحلة تعد درجة تأيّنها الأعلى؟

المرحلة الأولى: $H_3BO_3(s) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + H_2BO_3^-(aq)$

المرحلة الثانية: $H_2BO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + HBO_3^{2-}(aq)$

المرحلة الثالثة: $HBO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + BO_3^{3-}(aq)$

المرحلة الأولى هي الأكثر تأيّنًا.

ج. ما قيمة $[H_3O^+]$ في محلول حمض البوريك إذا كان pH = 4.90؟ 1.3×10^{-5} M

د. هل تكون النسبة المئوية لتأيّن محلول H_3BO_3 أكثر أم أقل من 1%. أقل من 1%

التجارب المختبرية

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

التجربة 3 تفاعل الأيونات في المحاليل المائية

مؤشرات الأداء

الوقت المقترح: 45 دقيقة

- يلاحظ تفاعل ترسيب.
- يكتب المعادلات الأيونية الصرفة لتفاعلات الترسيب من خلال البيانات التجريبية.
- يطبّق إجراءات الأمن والسلامة.

المقدمة

عندما تذوب المركّبات الأيونية الصلبة في الماء، فهي تتفكك إلى كاتيونات موجبة وأنيونات سالبة. وإذا مُزجت محاليل تحتوي على مركّبات أيونية صلبة ذائبة معًا، فإن اتحادات جديدة بين الكاتيونات والأنيونات تصبح ممكنة. أحيانًا يكون ناتج اتحاد الأيونات غير قابل للذوبان في الماء فيتكوّن راسب صلب. على سبيل المثال، تتفكك نيترات الفضة، في المحلول، إلى أيونات Ag^+ و NO_3^-، وكذلك يتفكك KCl، في المحلول، إلى أيونات K^+ و Cl^-. فإذا مُزج هذان المحلولان فإن أيونات Ag^+ الموجبة تتحد مع أيونات Cl^- السالبة لتكوّن مجتمعة راسبًا من AgCl غير قابل للذوبان. المعادلة الأيونية العامة للتفاعل هي التالية:

$$Ag^+(aq) + NO_3^-(aq) + K^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s) + K^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

وبما أن أيون الـ K^+ وأيون الـ NO_3^- لا يشاركان في التفاعل فهما يسميان أيونيْن متفرجين. حذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة يُنتج المعادلة الأيونية الصرفة للتفاعل.

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$

في هذه التجربة سوف تمزج ستة محاليل أيونية مختلفة، اثنين في كل مرة. وسوف تلاحظ أي اتحادات تكوّن رواسب. سوف تحدّد أيضًا أي زوج من الأيونات يكوّن رواسب. وسوف تكتب المعادلات الأيونية الصرفة للتفاعلات.

تحضير المواد / المحاليل

- لتحضير 25 mL من 0.1 M $BaCl_2$، أضف 0.6 g من $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 25 mL من المحلول.
- لتحضير 25 mL من 0.1 M $Ba(NO_3)_2$، أضف 0.65 g من $Ba(NO_3)_2$ إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 25 mL من المحلول.
- لتحضير 50 mL من 0.1 M $Na_2C_2O_4$، أذب 0.67 g من $Na_2C_2O_4$ في كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 50 mL من المحلول.
- لتحضير 100 mL من 0.1 M NaCl، أذب 0.6 g من NaCl في كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 100 mL من المحلول.

السلامة

- لتحضير 50 mL من 0.1 M $NaNO_3$، أذب 0.42 g من $NaNO_3$ في كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 50 mL من المحلول.
- لتحضير 100 mL من 0.1 M Na_2SO_4، أذب 1.4 g من Na_2SO_4 في كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 100 mL من المحلول.

ضع النظارة الواقية على الدوام، وارتدِ مريول المختبر لحماية عينيك وملابسك.

لا تلمس أية مادة كيميائية. وإذا تعرضت يداك أو ملابسك لها اغسلها وأخبر معلمك.

استدع معلمك لدى انسكاب أي مادة كيميائية.

المواد والأدوات

- 0.1 M ،$BaCl_2$
- 0.1 M ،$Ba(NO_3)_2$
- 0.1 M ،$Na_2C_2O_4$
- 0.1 M ،NaCl
- 0.1 M ،$NaNO_3$
- 0.1 M ،Na_2SO_4
- زجاجة ساعة

طريقة العمل

احتياطات السلامة المطلوبة

يجب وضع النظارة الواقية وارتداء القفازات والمريول طوال وقت المختبر.

في حال الانسكاب، استخدم قطعة قماش مبللة أو منشفة لتجفيف المادة المنسكبة. اغمس قطعة القماش أو المنشفة بعدئذٍ في ماء حوض الغسيل، واعصرها جيدًا قبل رميها في حاوية النفايات.

ذكّر المتعلمين بإجراءات السلامة التالية:

- يجب وضع النظارة الواقية وارتداء القفازات والمريول لحماية عينيك وملابسك. إذا تلقيت مادة كيميائية في عينيك، نظفها حالاً بدفق من الماء في مركز غسل العيون، واستدع معلمك على الفور. تأكد من وجود دش مياه قريب، ومركز لغسل العيون وتأكد من أنهما يعملان جيدًا.
- لا تلمس أي مادة كيميائية. إذا انسكبت مادة كيميائية على جلدك أو على ملابسك، اغسل هذه المادة في حوض الغسيل واستدع معلمك أثناء ذلك. تأكد من أنك قرأت بعناية بطاقات التعريف، واتبع التحذيرات الموجودة على جميع حاويات المواد الكيميائية التي تستخدمها. إذا لم يكن هناك تحذيرات على البطاقات اللاصقة، اسأل معلمك عن التحذيرات الواجب اتباعها. لا تتذوق أيًا من المواد الكيميائية المستخدمة في المختبر. لا تُرجع أبدًا الفائض من المواد الكيميائية المستخدمة إلى زجاجة المفاعل الأصلية، خذ فقط كميات قليلة لتجنّب تبديد كميات التموين.
- استدع معلمك في حال حدوث انسكاب. يجب تنظيف الانسكابات بشكل فوري تبعًا لتوجيهات معلمك.
- لا تضع أبدًا الزجاج المكسور في حاوية النفايات العادية. تخلص من الزجاج المكسور بطريقة خاصة.

1. ضع النظارة الواقية وارتدِ القفازات ومريول المختبر.
2. قبل أن تبدأ، قرر الترتيب الذي بموجبه ستنجز الاختبارات. سجّل ملاحظاتك في الجدول 1 بعد تنفيذ كل اختبار. لكل اتحاد ممكن اكتب «راسب» إذا تكوّن راسب و «صافٍ» إذا لم يتكوّن راسب.
3. ضع قطرة أو قطرتين من أحد المحاليل على زجاجة الساعة. أضف قطرة أو قطرتين من المحلول الثاني. لا تسمح بأن يلمس رأس القطارة القطرات الموضوعة على زجاجة الساعة. سجّل نتائجك.
4. اختبرْ موضعًا نظيفًا على زجاجة الساعة وكرر الخطوة 2 مع زوج آخر من المحاليل. كرّر العملية لكل الاتحادات الممكنة المدرجة في الجدول 1 وسجّل نتائجك.
5. نظّف جميع الأجهزة والأدوات ومكان عملك في المختبر. أعدِ التجهيزات إلى أماكنها الخاصة. تخلّص من المواد الكيميائية والمحاليل في الحاويات التي عيّنها معلمك. لا تسكب أيًا من المواد الكيميائية في مصرف المياه أو في حاوية النفايات إلا إذا وجّهك معلمك إلى القيام بذلك. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر وبعد الانتهاء من كل الأعمال.

جدول البيانات 1 نتائج الاختبار لكل اتحاد ممكن

	Na^+، Cl^-	Na^+، NO_3^-	Na^+، $C_2O_4^{2-}$	Na^+، SO_4^{2-}	Ba^{2+}، Cl^-
Ba^{2+}، NO_3^-	صافٍ	صافٍ	راسب	راسب	صافٍ
Ba^{2+}، Cl^-	صافٍ	صافٍ	راسب	راسب	
Na^+، SO_4^{2-}	صافٍ	صافٍ	صافٍ		
Na^+، $C_2O_4^{2-}$	صافٍ	صافٍ			
Na^+، NO_3^-	صافٍ				

أسئلة

تقنيات العرض والتوضيح

بيّن للمتعلمين كيفية الإمساك بالماصّات بحيث تكون على مسافة بين 1 cm و 2 cm فوق الصفيحة عند إضافة محلول.

ملاحظات حول طريقة العمل

لكل مجموعة مختبر، استخدم قطارة أو قطرتين من كل محلول. وزّع المحاليل في زجاجات قطارة سعة 30 mL. يمكن استخدام صفيحة أسبتات صافية، أشبه بالمستخدمة كشفافة جهاز العارض الرأسي، أو بلكسيجلاس أو غلاف بلاستيكي وذلك بدل الصفيحة البلاستيكية في تجربة الاكتشاف هذه، حاجة إلى القليل من النقاش أو عدم النقاش.

التخلص من النفايات

اجمع كل المحاليل والرواسب، خففها بالماء عشرة أضعاف واسكبها في مصرف المياه.

1. **تحليل معلومات:** عندما يتكوّن راسب يمكنك أن تفترض أن أيونات اتحدت لتكوّن مركبًا غير قابل للذوبان. على سبيل المثال، إذا خُلطت $CaCl_2$ مع Na_2SO_4، يتكوّن راسب. الاتحادات الممكنة التي قد تكون أنتجت الراسب هي $CaSO_4$ و NaCl. اكتب الصيغ الكيميائية الممكنة لكل راسب لاحظته.

BaC_2O_4 و $NaNO_3$

$BaSO_4$ و $NaNO_3$

BaC_2O_4 و NaCl

$BaSO_4$ و NaCl

2. **تحليل معلومات:** قارن الرواسب المحتملة والمدوّنة في البند 1 مع المواد الكيميائية التي استخدمتها. حدد من كل زوج الصيغة التي تعتقد أنها الأكثر احتمالاً لأن تكون راسبًا. علّل جوابك.

BaC_2O_4 و $BaSO_4$ هما راسبان. NaCl و $NaNO_3$ كانا كلاهما محلولين صافيين في الأصل.

لذلك لا يمكنهما أن يكونا راسبين.

3. **تنظيم استنتاجات:** اكتب معادلة أيونية عامة وموزونة لكل راسب مكوّن. استخدم المعادلة الأيونية العامة في المقدمة كمرشد.

$Ba^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2Na^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow BaC_2O_4(s) + 2Na^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

$Ba^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2Na^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

$Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 2Na^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow BaC_2O_4(s) + 2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq)$

$Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + 2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq)$

4. **تنظيم استنتاجات:** اكتب معادلة أيونية صرفة لكل تفاعل يتكوّن خلاله راسب. استخدم المعادلة الأيونية الصرفة في المقدمة كمرشد.

$Ba^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow BaC_2O_4(s)$

$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$

استنتاجات عامة

وظّف المعلومات في الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة الواردة في البنود 1 إلى 5.

جدول البيانات 2 بيانات الذوبانية		
المركّب	الصيغة	الذوبانية عند 20°C (mol/L)
نيترات الفضة	$AgNO_3$	13
كلوريد الفضة	AgCl	1×10^{-5}
نيترات الصوديوم	$NaNO_3$	10.3
كلوريد الصوديوم	NaCl	6.2

1. **تنظيم معلومات:** لنفترض أنك مزجت، عند درجة حرارة الغرفة، محاليل من NaCl و $AgNO_3$ مركّزة بشكل معتدل. ما الأيونات الأربعة الموجودة في هذا الخليط للمركّبين الأيونيّين؟

$Na^+(aq)$ ،$Cl^-(aq)$ ،$Ag^+(aq)$ ، $NO_3^-(aq)$

2. **تحليل معلومات:** عند مزج المحاليل المركّزة باعتدال لـ NaCl و $AgNO_3$، ما المركّب المحتمل أن يرسب في المحلول؟ علّل إجابتك.

AgCl؛ تراكيز الأيونات Ag^+ و Cl^- في المحلول تزيد عن ذوبانية AgCl التي تساوي فقط

1×10^{-5} mol/L عند درجة حرارة 20°C. فائض الأيونات Ag^+ و Cl^- ينفصل عن المحلول

بشكل راسب من AgCl الصلب.

3. **تنظيم استنتاجات:** اكتب المعادلة الأيونية العامة لتفاعل الترسُّب الموصوفة في البند 2.

$Na^+(aq) + Cl^-(aq) + Ag^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow AgCl(s) + Na^+(aq) + NO_3^-(aq)$

4. **تنظيم استنتاجات:** المعادلة الأيونية العامة في البند 3 تبيّن أن الأيونات $Na^+(aq)$ و $NO_3^-(aq)$ لا تشارك في التفاعل. ما الاسم المُعطى للأيونات التي لا تشارك في التفاعل الكيميائي؟

أيونات متفرجة.

5. **تنظيم استنتاجات:** اكتب المعادلة الأيونية الصرفة والموزونة لكل راسب مكوّن. استخدم المعادلة الأيونية العامة في المقدمة كمرشد.

$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

التجربة 4 الكشف عن وجود الأيونات في الماء

مؤشرات الأداء

الوقت المقترح: 45 دقيقة

- يلاحظ تفاعلات كيميائية تتضمّن محاليل مائية للأيونات.
- يستدل على وجود أيون في عيّنة من الماء.
- يطبق مفاهيم خاصة بالمحاليل المائية الأيونية.
- يطبّق إجراءات الأمن والسلامة.

المقدمة

تتأثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمحاليل المائية بوجود الأيونات الذائبة وإن كانت بكميات قليلة. فعلى سبيل المثال، إذا احتوت عينة ماء على كمية كافية من أيونات Mg^{2+} أو Ca^{2+} فإنها تفقد القدرة على تكوين رغوة عند إضافة الصابون إليها. هذه الظاهرة شائعة في المياه التي تكثر فيها العناصر المعدنية (الماء العسر). يمكن لأيونات أخرى، كالـ Pb^{2+} والـ Cd^{2+}، أن تتراكم في أنسجة الجسم، فتصبح محاليل هذه الأيونات سامة.

وحيث إن بعض مصادر المياه قد تحتوي على مواد ضارّة أو غير مرغوب فيها، يصبح من الضروري أن نعرف أنواع الأيونات الموجودة في المياه التي نستخدمها.

في هذه التجربة ستستقصي في عيّنات ماء مختلفة وجود أربعة أنواع من الأيونات هي: Fe^{3+}، Ca^{2+}، Cl^-، SO_4^{2-}.

وقد تحتوي بعض العيّنات على هذه الأيونات بتراكيز قليلة جدًّا، لذلك يفضل مراعاة الدقة في الملاحظة.

المواد: لكل مجموعة

1. صحن متعدد الحفر (24 حفرة).
2. 10 قطّارات ذات نهايات معلّمة برموز المحاليل
3. مناشف ورقية
4. المحلول 1: قياسي، 1 mL
5. المحلول 2: ماء مقطر، عينة ضابطة، 1 mL
6. المحلول 3: ماء صنبور، 1 mL
7. المحلول 4: مياه معبأة 1 mL
8. المحلول 5: ماء بئر 1 mL
9. المحلول X، 1 mL
10. المحلول أ: محلول NaSCN (ثيوسيانات الصوديوم)، 1-2 mL
11. المحلول ب: محلول $Na_2C_2O_4$ (أكسلات الصوديوم)، 1-2 mL

السلامة

ضع النظارة الواقية على الدوام، وارتدِ مريول المختبر لحماية عينيك وملابسك.

لا تلمس أية مادة كيميائية. وإذا تعرضت يداك أو ملابسك لها اغسلها وأخبر معلمك.

استدع معلمك لدى انسكاب أي مادة كيميائية.

12. المحلول ج: محلول $AgNO_3$ (نيترات الفضة)، 1-2 mL
13. المحلول د: محلول $Ba(NO_3)_2$ (نيترات الباريوم)، 1-2 mL
14. ورقة بيضاء

اختياري:

15. جهاز العارض الرأسي (أوفرهيد)

المواد والأدوات

- صحن متعدد الحفر (24 حفرة)
- 10 قطّارات ذات نهايات دقيقة معنونة برموز المحاليل
- مناديل ورقية
- المحلول 1: محلول قياسي (يحتوي على الأيونات كافة)
- المحلول 2: ماء مقطّر–عينة ضابطة (لا يوجد فيها أيونات)
- المحلول 3: ماء صنبور (قد يحتوي على أيونات)
- المحلول 4: مياه معبأة (قد تحتوي على أيونات)
- المحلول 5: ماء بئر (قد يحتوي على أيونات)
- المحلول 6: المحلول X الذي يزودك إياه المعلم (قد يحتوي على أيونات)
- المحلول أ: محلول NaSCN (اختبار وجود Fe^{3+})
- المحلول ب: محلول $Na_2C_2O_4$ (اختبار وجود Ca^{2+})
- المحلول ج: محلول $AgNO_3$ (اختبار وجود Cl^-)
- المحلول د: محلول $Ba(NO_3)_2$ (اختبار وجود SO_4^{2-})
- ورقة بيضاء
- جهاز العارض الرأسي

الشكل (أ) عنون الورقة البيضاء الموجودة تحت الصحن المتعدد الحفر ليتسنى لك تحديد مكان كل محلول.

1. وظف جدول البيانات الوارد أدناه. وسجّل جميع ملاحظاتك.
2. ضع الصحن المتعدد الحفر أمامك على ورقة بيضاء، وعنّون الصفوف والأعمدة، كما يظهر في الشكل(أ). ستمثل الإحداثيات دوائر منفردة. فمثلاً تكون الدائرة في الزاوية أعلى اليسار 1 - د، والدائرة في أسفل اليمين 6 - أ

جدول البيانات

اختبار وجود	Fe^{3+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}
تتفاعل مع	SCN^-	$C_2O_4^{2-}$	Ag^+	Ba^{2+}
محلول قياسي (الأيونات كافة)	أحمر	أبيض	أبيض	أبيض
ماء مقطر–قياسي (بلا أيونات)	بدون لون	بدون لون	بدون لون	بدون لون
ماء صنبور	*	*	*	*
مياه معبأة	*	*	*	*
ماء بئر	*	*	*	*
المحلول X	**	**	**	**

* تباين الملاحظات تبعًا للمصدر.

** تتباين الملاحظات تبعًا للأيونات المختارة من قبل المعلم.

التحضير

تحضير المواد / المحاليل

1. املأ 10 قطارات كلاً بـ 1 mL من كل من المحاليل العشرة وعنونها بما أشير أعلاه. وإذا اشترك المتعلمون في القطّارات تحتاج إلى عدد أقل.
2. لتحضير 15 mL من المحلول 1 (مرجع)، أذب 0.1g من $CaSO_4$ و 2.0g من $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ في 15 mL من المحلول. ملاحظة: ستحصل من هذا على محلول مركز من كبريتات الكالسيوم. رشح أي كمية من $CaSO_4$ غير ذائبة قبل تعبئة المحاليل في القطّارات.
3. لتحضير المحلول 6 (المحلول x) يمكنك اختيار أي أربعة أيونات وبالكميات التي ترتئيها. تذكّر أن الكالسيوم مع الكبريتات قليل الذوبان. لذلك إذا اخترتهما معًا في المحلول X ستحتاج إلى الترشيح قبل إعطائهما للمتعلمين. تأكد من أسماء الأيونات التي تضيفها لتقويم نتائج المتعلمين.

4. لتحضير 25 mL من المحلول أ (محلول من 0.5 M NaSCN)، أذب 1.01 g من NaSCN في 25 mL من المحلول.
5. لتحضير 25 mL من المحلول ب (محلول من 0.5 M $Na_2C_2O_4$)، أذب 1.68 g من $Na_2C_2O_4$ في 25 mL من المحلول.
6. لتحضير 25 mL من المحلول ج (محلول من 0.1 M $AgNO_3$) أذب 0.43 g من $AgNO_3$ في 25 mL من المحلول.
7. لتحضير 25 mL من المحلول د (محلول 0.5 M $Ba(NO_3)_2$)، أذب 3.27 g من $Ba(NO_3)_2$ في 25 mL من المحلول.

طريقة العمل

احتياطات السلامة المطلوبة

- يجب وضع النظارات الواقية وارتداء القفازات والمريول طوال الوقت في المختبر.
- اقرأ إرشادات السلامة كلّها وناقشها مع المتعلّمين.
- في حال انسكاب إحدى المواد الكيميائية، استخدم قماش تجفيف أو منشفة ورقية لمسح المادة المنسكبة. ثم اغسل المنشفة في ماء جارٍ في حوض الغسيل، ودعها تجف قبل وضعها في سلة المهملات. في حالة انسكاب الأحماض أو القواعد، اغسل المنسكب بالماء أولاً قبل البدء بمسح ما سُكب بالطريقة نفسها.

تقنيات العرض والتوضيح

يمثل نموذج جدول البيانات والصورة في الصفحة 82 كيفية ترميز الصحن المتعدد الحفر. استخدم النموذج والصورة لتوجيه المتعلمين خلال خطوات التحضير. تأكّد من فهم المتعلمين لكيفية إعداد الشبكة (grid) للمحاليل 1-6 تحت الاختبار وكيف ترتبط الشبكة بجدول البيانات.

التخلص من النفايات

احتفظ ببقايا محلول $AgNO_3$ لاستخدامها لاحقًا، أو عالجها بفيض من 1 M NaOH لترسيب الفضة كأكسيد مائي. رشّح، وعادل الرائق مع حمض تركيزه 0.5 M قبل أن تسكب المحتويات في المصلة. بعد تجفيف Ag_2O، لفه في جريدة وارمه في حاوية النفايات. جمّع بقية المحاليل والرواسب ورشحها. اسكب الرائق في المصلة. وبعد أن تجف الرواسب، لف المحتويات في جريدة وارمها في حاوية النفايات.

1. خذ القطارات المعنونة المحتوية على المحاليل الستة المختلفة من معلمك.
2. أضف قطرة من محلول القطارة 1 إلى كل من الدوائر 1-أ، 1-ب، 1-ج، 1-د (في الصف العلوي). يحتوي المحلول 1 على جميع الأيونات الأربعة المذابة. لذا فإن هذه القطرات ستظهر النتيجة **الإيجابية** لاختبار أي من الأيونات المستعملة. حاول أن تبقي المحلول في الدائرة المناسبة، إذ إن أي انسكاب قد يؤدي إلى نتائج غير مرجوّة.
3. أضف قطرة من محلول القطارة 2 إلى كل من دوائر الصف 2. المحلول 2 هو ماء مقطر ويجب أن يكون خاليًا من الأيونات، لذا ستظهر هذه القطرات النتيجة **السلبية**.
4. أضف قطرة من محلول القطّارة 3 إلى كل من دوائر الصف 3 وقطرة من محلول القطارة 4 إلى كل الدوائر في الصف 4. واتبع الطريقة ذاتها مستخدمًا القطّارة 5 (للصف 5) والقطّارة 6 (للصف 6) هذه المحاليل قد تحتوي على أيونات وقد لا تحتوي.
5. أصبحت الآن كل الدوائر تحتوي على محلول سيجري تحليله. استخدم المحاليل التي في القطّارات من «أ» إلى «د» لاختبار وجود الأيونات. تحتوي القطارة «أ» على مادة ثيوسيانات الصوديوم، NaSCN، التي تتفاعل مع Fe^{3+} لتكوين الأيون المعقد $Fe(SCN)^{2+}$ الذي ينتج اللون الأحمر القاني في المحلول. وتحتوي القطارة «ب» على أكسلات الصوديوم، $Na_2C_2O_4$، الذي يتفاعل مع أيونات Ca^{2+}. وتحتوي القطّارة «ج» على نيترات الفضة، $AgNO_3$، التي تتفاعل مع أيونات Cl^-. تحتوي القطّارة «د» على نيترات الباريوم، $Ba(NO_3)_2$، الذي يتفاعل مع أيونات SO_4^{2-}. وتتفاعل محتويات القطّارات من «ب» إلى «د» مع أيونات محددة لتكوين رواسب غير قابلة للذوبان.
6. أمسك طرف القطارة «أ» فوق سطح الماء الذي يجري تحليله وأضف من على مسافة 1 cm إلى 2 cm قطرة واحدة من المحلول «أ» إلى قطرة المحلول القياسي في الدائرة 1-أ، وقطرة إلى الماء المقطّر في الدائرة 2-أ. يجب أن تُظهر الدائرة 1-أ نتيجة إيجابية وتُظهر الدائرة 2-أ نتيجة سلبية. سجّل في جدول بياناتك جميع الملاحظات حول ما تبدو عليه النتيجتان الإيجابية والسلبية.
7. استخدم محلول NaSCN في القطارة «أ» لاختبار بقية قطرات الماء في العمود «أ»، وذلك للتحقق من أنها تحتوي على أيون Fe^{3+} أم لا، سجّل الملاحظات في جدول البيانات. حدّد في جميع الاختبارات الإيجابية شدّة التركيز (عالية، أو متوسطة، أو منخفضة).
8. كرّر مع القطارات «ب»، «ج»، «د» طريقة العمل المستخدمة مع القطّارة «أ». وذلك لاختبار وجود بقية الأيونات. سجّل ملاحظاتك حول نتائج الاختبارات وحدّد هل كان المحلول محتويًا على Ca^{2+}، أو Cl^-، أو SO_4^{2-}، وهل كانت المحاليل تحتوي على تراكيز عالية منها، أو متوسطة أو منخفضة. استخدم خلفية سوداء، فقد تكون مفيدة في الاختبارات الثلاثة هذه.

9. إذا تعذرت رؤية النتائج، ضع صحن الاختبار في مجال جهاز العارض الرأسي، واختبر درجة الضبابية في القطرات، وانظر إلى القطرات من الجانب (10° إلى 15° فوق الصحن)، وكما يظهر في الشكل (ب). قارن كل قطرة يتم اختبارها بقطرات العينة الضابطة (الماء المقطر) الموجودة في الصف 2. وتشخيص أي وجود للضبابية في عينة اختبار يفيد أنها نتيجة تأثير تيندال (Tyndall effect)، وهي تعني أن النتيجة إيجابية. سجّل النتائج في جدول بياناتك.

الشكل (ب) انظر إلى القطرات من جانب الصحن المتعدد الحفر لتحديد ما إذا كان الاختبار إيجابيًا بالنسبة إلى أيون معين.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. نظف الأدوات كافّة وموقع عملك في المختبر. أرجع الأدوات إلى أماكنها المخصصة وتخلص من الكيميائيات والمحاليل بسكبها داخل الحاويات المخصصة لها من قبل المعلم. لا تسكب أية مادة كيميائية في المغسلة أو في حاوية النفايات ما لم يرشدك المعلم إلى ذلك. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرتك المختبر بعد انتهاء العمل.

تحليل وتفسير

1. **تنظيم أفكار:** صف ما يبدو عليه كل اختبار إيجابي، واكتب المعادلة الكيميائية الموزونة والمعادلات الأيونية الصرفة لكل اختبار إيجابي.

الاختبار أ، اللون الأحمر

$Fe^{3+}(aq) + NaSCN(aq) \rightarrow Na^{+}(aq) + Fe(SCN)^{2+}(aq)$

$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightarrow Fe(SCN)^{2+}(aq)$

الاختبار ب، راسب

$Ca^{2+}(aq) + Na_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2Na^{+}(aq) + CaC_2O_4(s)$

$Ca^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow CaC_2O_4(s)$

الاختبار ج، راسب

$Cl^{-}(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NO_3^{-}(aq) + AgCl(s)$

$Cl^{-}(aq) + Ag^{+}(aq) \rightarrow AgCl(s)$

الاختبار د، راسب

$SO_4^{2-}(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2NO_3^{-}(aq) + BaSO_4(s)$

$SO_4^{2-}(aq) + Ba^{2+}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$

استنتاجات عامة

1. **تنظيم استنتاجات:** حدّد المحاليل التي اختبرتها والأيونات التي وجدتها في كل محلول. ضمّن ذلك ملاحظات حول درجة تركيز الأيونات (عالية، أو متوسطة، أو منخفضة).

تتنوّع أجوبة المتعلمين تبعًا لمصادر عينات الماء. على المتعلمين جميعًا أن يذكروا أن المحلول القياسي يحتوي على الأيونات كافة. وأن الماء المقطر عينة ضابطة. ولا يحتوي على أي منها.

2. **توقع نتائج:** مستخدمًا نتائج تجاربك حدّد عيّنة الماء الأكثر عسرًا من غيرها، وعلل سبب ذلك.

تتنوّع أجوبة المتعلمين تبعًا لمصادر عينات الماء. المحلول الذي يظهر درجة تركيز أيون الكالسيوم يكون هو الأكثر عسرًا من بقية المحاليل. لأن هذا الأيون هو المسبب الرئيس للعسر في الماء. قد يقترح بعض المتعلمين أنه ما لم يتم اختبار وجود أيون المغنيسيوم في المحاليل فإنه لا يمكن الجزم بأن أيًا منها الأكثر عسرًا.

التجربة 5 هل هو حمض أم قاعدة؟

مؤشرات الأداء

- يصمم تجربة تهدف إلى حل مشكلة كيميائية: الإجابة عن سؤال بحثي.
- يربط بين ملاحظاته حول الخصائص الكيميائية لتحديد المجاهيل.
- يتوصل إلى استنتاجات كمية وكيفية من البيانات المختبرية.
- يطبّق مفاهيم الحمض–القاعدة.
- يطبّق إجراءات الأمن والسلامة.

الوقت المقترح: 45 دقيقة

مواد اختيارية: (يمكن التحكم في مستوى صعوبة هذه التجربة إذا سُمح للمتعلمين باستخدام مواد اختيارية. ليس ضروريًا أن تكون جميع المواد الاختيارية المذكورة متاحة للمتعلمين. المواد الإضافية يجب أن تكون جاهزة ولكن غير ظاهرة بحيث يمكن استخدامها فقط عندما يطلبها المتعلمون وإذا رغبت أنت بذلك. يستطيع المتعلمون أيضًا أن يطلبوا مواد أو أدوات ليست مذكورة هنا)

1. 5 mL من محلول 0.1 M NaOH
2. 5 mL من محلول 0.1 M HCl
3. 6 g إلى 7 g من $CaCO_3$
4. 6 g إلى 7 g من $FeCl_3 \cdot 6H_2O$
5. جهاز اختبار التوصيل
6. 6 g إلى 7 g من برادة حديد
7. محلول الكاشف برتقالي الميثيل
8. محلول الفينولفثالين
9. أوراق pH، أو أوراق تباع الشمس
10. ماصة رفيعة الساق، عدد 2

تحضير المواد / المحاليل

1. حامل مناسب لاستيعاب ثماني ماصّات رفيعة الساق. كل منها تحتوي على واحد من المحاليل الثمانية. اجمع الماصّات المعلوة بحيث تكون جوانبها المنتفخة إلى الأسفل ويقطع جزء من سيقانها الطويلة لتتناسب مع حجم الصندوق (انظر الصورة في الصفحة 87). عنون الماصّات بقلم تخطيط دقيق. احتفظ بقائمة سُجّلت فيها تراكيز تقابل أرقام المحاليل. قد ترغب في خلط (تغيير ترتيب) المحاليل بحيث لا يكون المحلول 1 هو نفسه لجميع المتعلمين.

المقدمة

عندما تُطرح على العلماء مشكلة يفكرون باهتمام فيها، وبعد ذلك يوظفون معلوماتهم وخبراتهم لتطوير مخطط يهدف إلى حلّها. في هذه التجربة ستقدّم لك مجموعة من ثمانية محاليل عديمة اللون. أربعة منها محاليل حمضية (حمض الهيدروكلوريك المخفف) والأربعة الباقية محاليل قاعدية (هيدروكسيد الصوديوم المخفف). تبلغ تراكيز كلٍّ من المحاليل الحمضية وكل من المحاليل القاعدية على التوالي: 0.1 M، 0.2 M، 0.4 M، 0.8 M. وتحتوي المحاليل الحمضية على مادة الفينولفثالين.

أولاً، اكتب طريقة تسمح بفرز المحاليل الحمضية عن المحاليل القاعدية. ثم طبّق طريقتك. بعدها طوّر ثم طبّق طريقة تسمح لك بأن ترتب المحاليل الحمضية والمحاليل القاعدية في قائمة بدءًا من التركيز الأدنى إلى التركيز الأعلى. خلال التخطيط لطرقك خذ في الاعتبار خصائص الأحماض والقواعد التي تمت مناقشتها في الفصل 3 من كتاب الطالب. توقع ماذا سيحدث لكل نوع من المحاليل ولتركيزه خلال إجرائك الاختبار كاملاً. بعدها قارن توقعاتك مع ما يحدث فعلاً. سيكون لديك كميات محدودة من المحاليل المجهولة المراد تحليلها. استخدم هذه الكميات بكثير من الحرص. اطلب إلى معلمك أن يضع في تصرفك تجهيزات إضافية إذا استدعت الحاجة.

السلامة

ضع النظّارة الواقية على الدوام وارتدِ مريول المختبر لحماية عينيك وملابسك.

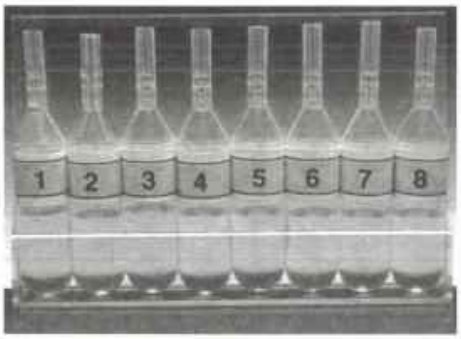
لا تلمس أية مادة كيميائية. وإذا تعرضت يداك أو ملابسك لها اغسلها وأخبر معلمك.

لا تضع أبدًا الزجاج المكسور في سلة المهملات العادية.

المواد والأدوات

- صحن متعدد الحفر (24 حفرة) أو أنابيب اختبار صغيرة عدد 24
- ماصّات مختبرية معنونة تحتوي على محاليل مرقمة من 1 إلى 8
- عيدان خشبية لتنظيف الأسنان.

وفي حال احتياجك إلى أي تجهيزات أخرى، راجع معلمك.



ملاحظة: تذكر أن تضيف 1 mL تقريبًا من محلول الفينولفثالين إلى كل محلول حمض قبل تحضير المجموعات المتفردة للمحاليل المجهولة.

2. لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة عند تحضير 150 mL من 0.8 M HCl. أضف 10 mL من HCl المركّز إلى كمية كافية من الماء المقطّر لتصل إلى 150 mL من المحلول. 75 mL من هذا المحلول ستستخدم للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي.

التحضير

3. لتحضير 150 mL من 0.4 M HCl، أضف 75 mL من 0.8 M HCl (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي).

4. لتحضير 150 mL من 0.2 M HCl، أضف 75 mL من 0.4 M HCl (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي).

5. لتحضير 150 mL من 0.1 M HCl، أضف 75 mL من 0.2 M HCl (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL كمحلول قياسي محتمل للمتعلمين).

6. لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة عند تحضير 150 mL من 0.8 M NaOH. أضف 4.8 g من NaOH. والتحريك متواصل، إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي).

7. لتحضير 150 mL من 0.4 M NaOH، أضف 75 mL من 0.8 M HCl (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي).

8. لتحضير 150 mL من 0.2 M NaOH، أضف 75 mL من 0.4 M NaOH (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من

1. وظّف جدول البيانات 1 لتسجيل أرقام المحاليل المجهولة في العمود المناسب بعد أن تكون قد حددت هوياتها. وفي الجدول 2 سجّل، بعد اختبارك، رقم كل محلول في المربع في صف التركيز.

جدول البيانات 1

أحماض	قواعد

جدول البيانات 2

تركيز	HCl	NaOH
0.1 M		
0.2 M		
0.4 M		
0.8 M		

2. اكتب الخطوات التي ستستخدمها لتحدد أي المحاليل هي حمضية وأيها قاعدية. الشكل (أ) يظهر اختبارًا واحدًا يمكنك استخدامه لتحديد هويات المحاليل.

_____

_____

_____

3. اطلب من معلمك أن يوافق على مخططك، وأن يقدم لك التجهيزات الإضافية التي ستحتاج إليها.

طريقة العمل

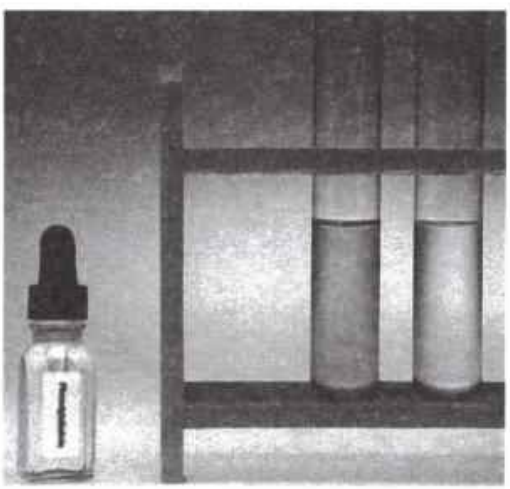
1. نفّذ مخططك المعدّ لتحدد أيّ المحاليل حمضية وأيها قاعدية. عند إجراء الاختبارات تجنّب أن تلامس رؤوس الماصات أيًّا من المواد الكيميائية الأخرى. اضغط الماصات المختبرية لسكب قطرات من المحاليل في الحفر الأربع والعشرين، ثم استخدم هذه القطرات لاختباراتك. سجّل جميع ملاحظاتك في الفراغ المحدد أدناه، ثم سجّل نتائجك في جدول البيانات 1.

2. اكتب في الفراغ التالي طريقتك لتحديد تراكيز المحاليل. اطلب من معلمك أن يطّلع على مخططك ويوافق عليه، واطلب منه أيضًا أي تجهيزات إضافية ستحتاج إليها.

3. نفّذ طريقتك المعدّة لتحديد تراكيز المحاليل. سجّل جميع الملاحظات في الفراغ المحدد أدناه، وسجّل نتائجك في جدول البيانات 2.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. نظّف موقع العمل في المختبر، ونظف جميع أدوات التجربة وأرجعها إلى أماكنها. تخلّص من الكيميائيات والمحاليل في حاوية خاصة يعيّنها المعلم. لا تسكب أي مادة كيميائية في المغسلة، ولا ترمِ أي شيء في حاوية النفايات ما لم يوجّهك المعلم إلى ذلك. اغسل يديك جيدًا بعد انتهاء العمل وقبل مغادرتك المختبر.



الشكل (أ) بعد إضافة الكاشف فينولفثالين يمكنك بسهولة أكبر أن تحدد أي المحاليل حمضية وأيها قاعدية.

المحلول (75 mL) للمحاليل المجهولة و 75 mL للمحلول التالي).

9. لتحضير 150 mL من 0.1 M NaOH، أضف 75 mL من 0.2 M NaOH (انظر الخطوة السابقة) إلى كمية كافية من الماء المقطر لتصل إلى 150 mL من المحلول (75 mL للمحاليل المجهولة و 75 mL كمحلول قياسي محتمل للمتعلمين).

10. لتحضير 15 mL من محلول الفينولفثالين، أذب 0.15 g من الفينولفثالين في 7 mL من الكحول ثم أضف كمية كافية من الماء المقطر ليبلغ المحلول 15 mL.

11. لتحضير 100 mL من محلول برتقالي الميثيل، أذب 0.1 g من مسحوق برتقالي الميثيل في 7 mL من الكحول ثم أضف كمية كافية من الماء المقطر ليبلغ المحلول 100 mL.

12. لتجميع جهاز اختبار الموصلية:
أ. انزع العازل بمقدار 1.5 cm عن أطراف أسلاك الربط والتركيب ومن أسلاك ملقط البطارية. اقطع أسلاك المقاوم الكهربائي إلى نصف طولها.
ب. اثقب بالقرب من طرف غطاء العلبة فتحتين لهما البعد نفسه عن الطرف كسلكي الدايود المضيء LED. أدخل السلكين في الفتحتين ومدّهما قليلاً كلاً على حدة.
ج. أوصل الدارة كما هو مبيّن في المخطط. تأكد من أن السلك الأحمر للملقط البطارية موصول بسلك الدايود الأطول. أما السلك الأسود للملقط البطارية فيجب أن يُوصل بالمقاوم الكهربائي. والطرف الآخر للمقاوم يجب أن يتصل بسلك الـ 10 cm. أما سلك الدايود الأقصر فيجب أن يتصل بسلك الـ 20 cm. ثم بلّ السلكين ولفّهما داخل الغطاء بحيث لا يلامس أحدهما الآخر. ولا يكون هناك أسلاك مكشوفة.
د. لفّ شريطًا لاصقًا حول المقاوم وحول أسلاكه المكشوفة.
هـ. اثقب فتحتين يفصل بينهما حوالي 1 cm في جانب علبة فيلم بالقرب من الأسفل. أدخل أسلاك الوصل في هاتين الفتحتين.

استنتاجات عامة

و. صل البطارية والمقاوم وضعهما في العلبة. ألصق الغطاء على العلبة. اضغط بروز أسلاك الوصل بحيث تمتد حوالي 5 cm إلى الخارج. (اختياري) ضع قطرات من الغراء الساخن حتى الانصهار حول الدايود وأسلاك الوصل بحيث لا ينفذ الماء إلى العلبة.)

إضافات

احتياطات السلامة المطلوبة

- يجب وضع النظارة الواقية وارتداء القفازات والمريول طوال وقت الاختبار.
- اقرأ تحذيرات السلامة كلها وناقشها مع المتعلمين.
- في حال انسكاب المواد، استخدم قطعة قماش مبللة أو منشفة لتجفيف المادة المنسكبة. اغمس قطعة القماش أو المنشفة بعدئذ في ماء حوض الغسيل، واعصرها جيدًا قبل رميها في حاوية النفايات.
- ضع نظارات واقية وحجابًا واقيًا على الوجه وارتد قفازات غير منفذة ومريول مختبر خلال تحضير محلولي HCl و NaOH. قم بعملك في خزانة الأبخرة وتحقق من أنها تعمل. ليكن أحد الأشخاص جاهزًا للاستفادة في حال وقوع أي طارئ. تأكد من وجود دش مياه قريب، ومركز لغسل العيون وتأكد من أنهما يعملان جيدًا.

2. **تحليل استنتاجات:** صف نتائج الاختبار التي تؤدي إلى تحديد هوية المحاليل الحمضية والمحاليل القاعدية. اشرح كيف حددت تراكيز المحاليل المجهولة.

لتحديد هوية المحاليل يمكنك استخدام الكواشف المختلفة أو جهاز قياس الرقم الهيدروجيني الذي يعطي استدلالات كمية وكيفية.

تتنوع أجوبة المتعلمين. لتحديد تراكيز المحاليل المجهولة يُحتمل أن يكون المتعلمون قد لجأوا إلى قياس المحاليل القياسية اللازمة لمعادلة المحاليل المجهولة. وكشكل بديل، يحتمل أن يكون المتعلمون قد حددوا قياس التركيز بمقارنة سرعات التفاعل.

1. **تقويم طرائق:** قارن نتائجك مع نتائج مجموعة مختبر أخرى. هل تعتقد أن معلمك أعطى مجموعتك ومجموعة المتعلمين الأخرى مجموعة المحاليل نفسها؟ (مثلاً، هل المحلول 1 في مجموعتك هو أيضًا المحلول 1 في مجموعة أخرى؟) علل جوابك.

تتنوع أجوبة المتعلمين. فكل مجموعة ستحدد ترتيب الحمض والقواعد وتدونها في جدول البيانات الثاني. ولكن إذا اختلف هذا الترتيب من مجموعة إلى أخرى، فعلى المتعلمين أن يستنتجوا أن مجموعتيهما لم يكن لهما مجموعة المحاليل نفسها.

2. **تطبيق استنتاجات:** تخيّل أنك تساعد في تنظيف مستودع المواد الكيميائية في مدرستك. وقد وجدت فائضًا من سائل صافٍ ينسكب من زجاجة مادة كيميائية غير مزوّدة ببطاقة تعريف. ما الاختبارات التي يمكن أن تقوم بها لتحدد بشكل سريع ما إذا كانت المادة المنسكبة حمضية أو قاعدية؟

تتنوع الاجابات ولكن يجب أن تتضمن الاختبارات التي أدت إلى قياس بعض الخصائص المميزة، كقياس الرقم الهيدروجيني باستخدام الكواشف الحمض-القاعدة أو ورق pH. أو تتضمن الاختبارات التي تقيس خصائص الحمض-القاعدة باستخدام تفاعلات الأحماض مع $CaCO_3$ أو تفاعلات القواعد مع $FeCl_3$.

تقنيات العرض والتوضيح

بيّن للمتعلمين كيفية الإمساك بالماصّات بحيث تكون على مسافة بين 1 cm و 2 cm فوق الصفيحة ثم يجري ضغطها لسكب قطرات المحلول. نبّه المتعلمين إلى أن نتائجهم يمكن أن تكون خطأ إذا تعرّضت المحاليل للتلوث في حال ملامسة رأس الماصة المستعملة لمحاليل أو لمواد كيميائية أخرى.

بيانات العيّنات

نتائج المتعلمين تتنوّع.

مناقشة ما قبل المختبر

اجعل المتعلمين يطوروا مخططًا قبل المجيء إلى المختبر. وإذا كان لديك وقت إضافي كرّس حصة مختبر للتخطيط وحصة ثانية لتنفيذ المخطط. شجّع على العمل التعاوني المبني على العصف الذهني داخل كل مجموعة وحتى بين مجموعات المختبر المختلفة. ولمساعدة أولئك الذين يتعثرون في وضع مخططهم باستطاعتك أن تقدم لهم إشارة حل كل 15 دقيقة حول التقنيات التي يمكن استخدامها. أعطِ المتعلمين وقتًا لمعالجة الإشارات المقدّمة واجعل كل إشارة أكثر نوعية من سابقتها. نبّه المتعلمين إلى أن تعبئة المحاليل مجددًا لن تكون متاحة ولذلك عليهم استخدام الكميات المقدمة لهم بكثير من الحرص.

التنظيف والتخلص من النفايات

جمّع المحاليل والرواسب التي تحتوي على الحديد. أضف ببطء وأثناء تحريك الخليط كمية كافية من محلول 0.4 M NaOH إلى أن يرسّب الحديد بشكل هيدروكسيد. إذا كان pH المحلول أكبر من 10 أضف ببطء إلى المحلول، مع تحريكه، كمية كافية من محلول حمضي 0.4 M لتقليل الـ pH إلى 8، على أن لا يقل عن هذا المقدار. رشّح واسكب الرشيح في مصرف المياه. اترك هيدروكسيد الحديد يجف ثم لفّه بورقة جريدة وارمه في حاوية النفايات.

جمّع المحاليل الأخرى والرواسب (إذا وجدت)، عادل السائل بمحلول حمض أو قاعدة (حسب الضرورة) 0.4 M. إذا لم يوجد ترسبات في الخليط، اسكب السائل المعادل في مصرف المياه. أما إذا كان يوجد ترسبات، رشّح الخليط واسكب الرشيح في مصرف المياه. دع الترسبات تجف، ثم لفّها بورقة جريدة وارمها في حاوية النفايات.

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

التجربة 6 الكواشف المنزلية

مؤشرات الأداء

الوقت المقترح: حصتان كل منهما 45 دقيقة (45 دقيقة للأجزاء 1 و 2 و 3، و 45 دقيقة للجزء 4)

- يستخرج الأنثوسيانينات (المادة الملونة) من أوراق الملفوف الأحمر.
- يحضّر أوراق كاشف pH من أنثوسيانينات الملفوف الأحمر.
- يصمم مخطط كاشف لوني للأنثوسيانينات المستخرجة من ورق الملفوف الأحمر.
- يقارن ويقوّم دقة أوراق الكاشف في تسجيل قيم pH للمواد الشائعة.
- يطبّق إجراءات الأمن والسلامة.

المقدمة

الكاشف اللوني مادة كيميائية تعكس، بتغيُّر لونها، طبيعة النظام الكيميائي الذي توضع فيه. معظم الكواشف اللونية جزيئات عضوية معقدة توجد بأشكال ملوّنة متعددة. أحد هذه الأشكال يمكنه أن يكون عديم اللون تبعًا للمحيط الكيميائي. والعديد من الكواشف اللونية تُستخدم لاختبار حمضية المحاليل.

تستجيب كواشف الحمض–القاعدة لتراكيز أيونات الهيدرونيوم، $[H_3O^+]$. فالمحاليل الحمضية تتمتع بفائض من أيونات H_3O^+، بينما لا يوجد في المحاليل القلوية أو القاعدية سوى القليل منها. ومقياس $[H_3O^+]$ هو pH الذي يعرف على أنه سالب لوغاريتم $[H_3O^+]$ في المحلول. يعتبر صبغ تباع الشمس كاشف الحمض–القاعدة الأكثر شيوعًا. وهو مادة ذات لون أزرق تُستخرج من أنواع مختلفة من حشيشة البحر أو الحزاز (lichen). والمكوّن الرئيس لهذا الصبغ هو الأزوليتمين Azolitmen. وتشكّل الأنثوسيانينات Anthocyanins، الواسعة الانتشار في النباتات معظم ألوان الزهور والثمار من أصفر وأحمر وأزرق ومشتقاتها. وتعدُّ الأنثوسيانينات كواشف حمض–قاعدة ممتازة لأنها تُظهر تغيرات في اللون ضمن مدى واسع من قيم pH. والملفوف الأحمر هو مصدر متوفر لهذا الصبغ. وبشكل مغاير لتباع الشمس وللأنثوسيانينات، فإن الكاشف العام هو خليط من جزيئات كواشف مركّبة مختلفة. الكاشف العام يؤمن مقياس تغطية لـ pH من 1 إلى 14 وحدة pH.

في هذه التجربة، ستستخرج المادة الملونة من أوراق الملفوف الأحمر وتستخدمها لتحضير شرائط من أوراق كاشف pH. وستستخدم شرائط الأوراق هذه لاختبار pH مواد منزلية شائعة. وستقارن نتائجك بنتائج اختبارات pH يتم إجراؤها مع تباع الشمس وأوراق كاشف pH العام.

السلامة

ضع النظارة الواقية على الدوام، وارتدِ مريول المختبر لحماية عينيك وملابسك.

لا تلمس أية مادة كيميائية. وإذا تعرضت يداك أو ملابسك لها اغسلها وأخبر معلمك.

تحضير المواد / المحاليل

آيس بخارات واقية. وحجابًا واقيًا على الوجه وارتدِ قفازات غير منفذة ومريول مختبر خلال تحضير محاليل HCl وحمض الأسيتيك. ثم بعملك في خزانة الأبخرة وتحقق من أنها تعمل. اجعل شخصًا جاهزًا للاستعانة به في حال وقوع أي طارئ. تأكد من وجود دش مياه قريب، ومحطة لغسل العينين وتأكد من أنهما يعملان جيدًا.

1. لتحضير 1 L من 0.1 M HCl لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف بتمهل، وأنت تحرك، 8.3 mL من 12 M HCl إلى 500 mL من الماء المقطر. خفف المحلول لتصل إلى 1 L. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

2. لتحضير 1 L من CH_3COOH 0.1 M لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف 5.8 mL من حمض الأسيتيك الثلجي إلى 500 mL من الماء المقطر. خفف المحلول لتصل إلى 1 L. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

3. لتحضير 1 L من محلول H_3BO_3 0.1 M لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف 6.2 g من H_3BO_3 إلى 500 mL من الماء المقطر. خفف المحلول لتصل إلى 1 L. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

4. لتحضير 1 L من محلول $NaHCO_3$ 0.1 M لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف g 8.4 من $NaHCO_3$ إلى mL 500 من الماء المقطر. خفف المحلول لتصل إلى 1 L. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

5. لتحضير 1 L من محلول 0.1% الأمونيا، لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف mL 100 من الأمونيا المنزلي إلى mL 900 من الماء المقطر. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

المواد والأدوات

6. لتحضير 1 L من محلول 0.1 M NaOH لاحظ إجراءات السلامة المطلوبة. أضف g 4 من NaOH إلى mL 500 من الماء المقطر. خفف المحلول لتصل إلى 1 L. اسكب المحلول في قنانٍ قطارة للاستخدام في المختبر.

7. اختر 10 على الأقل من المواد المنزلية الشائعة المدرجة في الجدول 2. تأكد من تحضير عصير وشرائح طازجة في بداية حصة المختبر. يمكن أن تتغير قراءات الـ pH وذلك بسبب الأكسدة.

استدع معلمك لدى انسكاب أي مادة كيميائية. الأحماض والقواعد موادّ أكالة. إذا انسكب حمض أو قاعدة على جلدك أو على ملابسك اغسل ما تلوّث فورًا بالماء الجاري. استدع معلمك في حال حدوث انسكاب حمض. انسكابات أي حمض أو قاعدة يجب أن تزال بشكل فوري وعاجل.

لا تضع أبدًا الزجاج المكسور في سلة المهملات العادية.

لا تسخّن أوانيَ زجاجية مكسورة، أو متشققة أو متصدعة. استخدم ملقطًا أو قفازات مقاومة للحرارة لتمسك بأوان زجاجية أو معدات أخرى مسخّنة، لأن الأواني الزجاجية لا تبدو دائمًا ساخنة.

- صحن أبيض متعدد الحفر (6 حفر)
- كأس زجاجية سعة 250 mL، عدد 2
- فتائل نسيج
- أقلام ملوّنة (أحمر، زهري، أرجواني، أزرق، أخضر، أصفر)
- قنانٍ قطارة لمحاليل الأحماض
- ورق ترشيح بقطر 9 cm
- مقصات دقيقة الرؤوس
- ملقط
- قفازات واقية من الحرارة
- سخّان كهربائي
- قطارة دواء
- مسطرة مترية
- خيط
- قلم شمع
- $0.1\ M\ CH_3COOH$
- $0.1\ M\ H_3BO_3$
- 0.1 M HCl
- $0.1\ M\ NaHCO_3$
- 0.1 M NaOH
- ملفوف أحمر
- أمونيا منزلية، 0.1%
- مواد منزلية: أمونيا، تفاح، ماء مقطر، بيض طازج، عصير عنب، جيلاتين الفواكه، ليمون، حليب، حليب المغنيسيا، دبس قصب السكر، برتقال، مياه معدنية ملفوف مخلل، بطاطس حلوة، بندورة (طماطم)، ماء مالح، ماء صنبور
- ورق تباع شمس متعادل
- ورق الكاشف العام pH، (1-14 وحدة pH)

طريقة العمل

احتياطات السلامة المطلوبة

- يجب وضع النظارات الواقية وارتداء القفازات والمريول طوال الوقت في المختبر.
- اقرأ احتياطات الأمان وناقشها مع المتعلمين.
- في حال حدوث انسكاب حمض أو قاعدة، خفف أولاً بالماء، ثم امسح المنسكب بقطعة قماش مبللة. خلال هذا العمل يلزم ارتداء قفازات بلاستيكية معدة للرمي. خصص قطع قماش لانسكابات الحمض والقاعدة.

الجزء 1: استخراج الأنثوسيانينات من الملفوف الأحمر

1. ضع النظارة الواقية والبس القفازات ومريول المختبر.
2. اختر ورقة ملفوف أحمر لونها أرجواني قاتم. قطّع الورقة إلى قطع صغيرة.
3. املأ كأسًا زجاجية سعة 250 mL إلى 2/3 (ثلثيها) بقطع ورق الملفوف. أضف كمية كافية من الماء المقطر لتغطي تمامًا قطع الملفوف الأحمر. ضع الكأس على السخان الكهربائي وسخّن الخليط لغاية الغليان. تابع التسخين لمدة 5 دقائق. ثم أطفئ السخان ودع الخليط يبرد مدة 10 إلى 15 دقيقة.

الجزء 2: صباغة شرائط الكاشف

4. مستخدمًا قفازات مقاومة للحرارة، ارفع الكأس عن السخان الكهربائي. صفِّ بانتباه السائل الأرجواني المبرَّد واسكبه في كأس ثانية سعة 250 mL. تخلّص من أوراق الملفوف وفقًا لتعليمات معلمك.

التنظيف والتخلص من النفايات

اجعل المتعلمين يرموا أوراق الملفوف المغلية في كيس من البلاستيك يمكن ربطه، ويكتبوا عليه «ليس للاستهلاك». ويتخلصوا منه في حاوية النفايات. ويمكن تخزين المحاليل غير المستخدمة لاستخدامات لاحقة. كما يمكن سكب المحاليل المستخدمة في مصرف المياه وسكب الكثير من الماء أثناء ذلك.

5. استخدم قلمًا لتكتب الأحرف الأولى من اسمك على ستّ أوراق ترشيح مستديرة الشكل. غطّس بواسطة ملقط أوراق الترشيح في الكأس التي تحتوي على مستخلص الملفوف. تأكد من أن أوراق الترشيح قد تبللت بشكلٍ تامّ. ثم اسحب، بواسطة ملقط، هذه الأوراق من الكأس ودعها تجف بشكل تامّ.
لتسريع عملية التجفيف يمكنك استخدام مجفف آلي (مجفف شعر).
6. بعد التجفيف، استخدم مقصًّا لتقطع من أوراق الترشيح 30 شريطًا منفردًا، قياس كل منها 1 cm × 6 cm.

الجزء 3: تصميم مخطط كاشف لوني لأوراق pH المصبوغة بالأنثوسيانين

7. استخدم قلم شمع لتعيين الحفر الست وترقيمها من 1 إلى 6 في الصحن المتعدد الحفر.
8. متّبعًا الجدول التالي، أضف 10 قطرات من كل محلول من محاليل الأحماض والقواعد في الحفرة المعنونة باسمه.

6	5	4	3	2	1
0.1 M NaOH	0.1 M $NaHCO_3$	0.1 M HCl	0.1 M H_3BO_3	0.1% أمونيا منزلية	0.1 M CH_3COOH

مناقشة ما قبل الختبر

- جهّز حبل غسيل يمكّن المتعلمين من تجفيف أوراق الترشيح الدائرية. ليكتبوا الأحرف الأولى من أسمائهم عليها لتمييز أوراقهم. ولتكن الصحون ذات الحُفَر بيضاء. فالصحون الداكنة لا تُظهر بوضوح تغيّرات اللون.
- ذكّر المتعلمين بأن الدقة نسبية. شدد على أن الدقة والتجانس يسيران جنبًا إلى جنب. نبّه المتعلمين إلى أن يولوا اهتمامًا خاصًّا لقضية عدم الخطأ في العنونة.

9. في كل من الحُفَر الستّ، غطّس شريطًا منفصلاً من أوراق الكاشف المحضر في الجزء 2. سجّل اللون في الجدول 1. اغسل صحن الحُفَر.

جدول البيانات 1

pH	المادة	لون الكاشف
1.0	حمض الهيدروكلوريك 0.1 M HCl	أحمر
2.9	حمض الأسيتيك 0.1 M CH_3COOH	زهري
5.2	حمض البوريك 0.1 M H_3BO_3	أرجواني
8.4	بيكربونات الصوديوم 0.1 M $NaHCO_3$	أزرق
11.1	أمونيا 0.1 M NH_3	أخضر
13.0	هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M NaOH	أصفر

10. استخدم الأقلام الملوّنة وما هو مسجّل في الجدول 1 لتكمل مخطط ألوان الكاشف على الشريط التالي.

مخطط pH وألوان الأنثوسيانينات المستخرجة من الملفوف الأحمر.

أحمر		زهري		أرجواني		أزرق		أخضر		أصفر			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

الجزء 4: مقارنة دقة أوراق الكاشف وتقويمها

11. اختبر كلاً من المواد المنزلية الواردة في الجدول 2 بأوراق الكاشف العام، وأوراق تباع الشمس، وأوراق الأنثوسيانين المحضر في الجزء 2. اختبر كلاً من السوائل المذكورة بوضع 10 قطرات من السائل في حفرة من حفر الصحن. اختبر عصير أو محلول كل مادة صلبة. سجّل قيم pH في الجدول 2.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. نظّف موقع العمل في المختبر. نظف جميع أدوات التجربة وأرجعْها إلى أماكنها. تخلّص من الكيميائيات والمحاليل في حاوية خاصة يعيّنها المعلم. لا تسكب أي مادة كيميائية في المغسلة، ولا ترمِ أي شيء في حاوية النفايات ما لم يوجّهك المعلم إلى ذلك. اغسل يديك جيدًا بعد انتهاء العمل وقبل مغادرتك المختبر.

الجدول 2: pH المواد الشائعة

جدول البيانات 2				
المواد الشائعة	pH المقيسة	pH (أوراق تباع الشمس)	pH (الأوراق المصبوغة بالأنثوسيانين)	pH (أوراق الكاشف العام)
شريحة ليمون أو عصير ليمون	2.4-2.2	7 >	2-1	2.0
عصير التفاح	2.9-2.4	7 >	4-3	2.0
شريحة تفاح	3.3-2.9	7 >	5-4	2.0
عصير العنب	3.3-3.0	7 >	3-2	2.0
جيلاتين الفواكه	3.3-3.0	7 >	4-2	2.0
شريحة برتقال	4.0-3.0	7 >	2-1	2.0
ملفوف مخلل	3.6-3.4	7 >	2-1	2.0
شريحة بندورة (طماطم)	4.4-4.1	7 >	7-5	4-2
دبس قصب السكر	5.4-5.0	7 >	8-6	5.0
شريحة بطاطس حلوة	5.6-5.3	7 >	7-5	5.0
مياه معدنية	9.4-6.2	7 >	7-5	5.0
حليب	6.8-6.4	7 >	7-5	6-5
ماء صنبور	8.0-6.5	7 <	9-8	9-8
ماء مقطر (حديث التقطير)	7.0	7	7-5	9-8
بيض طازج	8.0-7.6	7 <	11-9	7.0
ماء مالح	8.4-8.0	7 <	9-8	8-7
حليب المغنيسيا	10.5	7 <	12-10	11-10
أمونيا منزلية	11.9-10.5	7 <	10-9	10.0

تحليل وتفسير

1. **تنظيم استنتاجات:** هل تغطي جميع أوراق اختبار pH بأنواعها الثلاثة مدى مقياس pH بكامله؟ استخدم بياناتك لدعم جوابك.

لا. مدى pH لأوراق تباع الشمس يتراوح بين 4.5 (أحمر) و 8.5 (أزرق). أما أوراق pH الكاشف العام وأوراق الكاشف من الملفوف فلها مدى مقياس pH أوسع، 1-14.

2. **تحليل بيانات:** أي ورق كاشف pH كان الأكثر دقة داخل مقياس pH التابع له؟ علل جوابك.

تتنوّع الإجابات. ورق الكاشف العام هو الأكثر دقة. أما الكاشف المستخرج من الملفوف وأوراق تباع الشمس فيوفّران دلالة عامة لـ pH.

3. **استدلال على استنتاجات:** اقترح أسبابًا لاختلاف قيم pH المقيسة.

تتنوّع الإجابات. لكنها يمكن أن تتضمّن تباينات مقياس pH، تعقيد جزيئات الكاشف، تركيز الكاشف على ورق الاختبار، أو تركيز مادة الكشف على الورق، تباين في ملاحظة اللون، أو تباين في تقنية الاختبار.

4. **تحليل بيانات:** استخدم pH للبيض الطازج، لتحديد تركيز أيون الهيدرونيوم في البيض.

إن pH للبيض الطازج يساوي حوالي 8، فلذلك $[H_3O^+]$ يساوي 1×10^{-8} M.

$$pH = 8$$
$$-\log[H_3O^+] = 8$$
$$\log[H_3O^+] = -8$$
$$[H_3O^+] = 10^{-8}\ M$$

استنتاجات عامة

1. **استدلال على استنتاجات:** تبلغ قيمة pH حليب الأبقار 6.5 تقريبًا. عندما يفسد الحليب نقول أحيانًا إنه حمّض بسبب اكتسابه مذاقًا يشبه مذاق الليمون الحامض. انطلاقًا من معرفتك لكيمياء pH الأغذية، ما الذي حدث لـ pH الحليب؟

يتمتع الليمون الحامض بـ pH حمضي وبمذاق حامضي. عندما تزيد الحمضية تنخفض قيمة pH. هكذا يمكّن من الافتراض أن المذاق ناتج عن زيادة الحمضية وانخفاض pH. (هذه الحمضية تأتي من تكوّن حمض اللكتيك بواسطة البكتيريا الموجودة في الحليب، (Lactobacillus acidophilus

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

التجربة 7 معايرة الأسبيرين

مؤشرات الأداء

الوقت المقترح: 45 دقيقة

- يجري معايرة حمض–قاعدة باستخدام قرص أسبيرين بصفته الحمض.
- يقيس الحجم اللازم من محلول قاعدي معلوم التركيز لبلوغ نقطة النهاية.
- يحسب عدد مولات القاعدة اللازم لبلوغ نقطة النهاية.
- يحسب الكتلة المولية للأسبيرين.
- يطبّق إجراءات الأمن والسلامة.

المقدمة

احتياطات السلامة المطلوبة

- يجب وضع النظارات الواقية وارتداء القفازات والمريول طوال الوقت في المختبر.
- اقرأ احتياطات الأمان وناقشها مع المتعلمين.
- ضع النظارة الواقية. وحماية الوجه. والقفازات اللامسامية. وارتد مريول المختبر لدى تحضير NaOH. اعمل في غرفة أبخرة صالحة للاستخدام مع شخص آخر تستدعيه للمساعدة في حالة الطوارئ. تأكد من وجود محطة غسل العيون ودش المختبر.
- في حال حدوث انسكاب امسح المنسكب بقطعة قماش مبللة. ثم اغسل القماش في حوض الغسيل. جفف القماش وارمه في حاوية النفايات.

الأسبيرين مادة حمضية قليلا، وهو يتفاعل مع القواعد في تفاعلات التعادل. إذا تم تتبُّع التفاعل بواسطة كاشف لوني فإن تغيُّرًا في اللون يظهر عندما يُعادل الحمض. يمكن حساب عدد مولات القاعدة المستهلك وعدد مولات الحمض في العيِّنة، وذلك من حجم القاعدة الضروري للحصول على تغيُّر اللون. تُحدد العلاقة بين هاتين القيمتين الموليتين من المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

في هذه التجربة، سوف تعاير قرص أسبيرين بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم معلوم التركيز. سوف تُحدَّد نقطة النهاية بفينولفثالين أو بأزرق الثيمول. المعادلة الكيميائية التالية تصف تفاعل الاستبدال الثنائي الذي ستجري ملاحظته خلال هذه التجربة.

$$\text{Aspirin–H} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Aspirin–Na} + \text{H}_2\text{O}$$

وبما أن نسبة المول بين المتفاعلَين هي 1:1 فإن عدد مولات القاعدة NaOH يساوي عدد مولات الحمض (Aspirin –H) عند نقطة النهاية للمعايرة. يتم الحصول على عدد مولات الـ NaOH بإعادة ترتيب المعادلة التالية:

$$\text{مولارية NaOH} = \frac{\text{كمية الـ NaOH (mol)}}{\text{حجم الـ NaOH (L)}}$$

$$\text{مولات NaOH} = (\text{مولارية NaOH}) \times (\text{حجم NaOH})$$

يمكن تحديد الكتلة المولية للأسبيرين الصلب بالمعادلة التالية:

$$\text{الكتلة المولية} = \frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{كمية الأسبيرين (mol)}}$$

كتلة الأسبيرين داخل القرص 325 mg. المكوّنات غير النشطة، مثل المادة التي تساعد على تماسك قرص الأسبيرين خلال عملية الصناعة. لذلك تزيد الكتلة الفعلية للقرص عن 325 mg لأن القرص ليس أسبيرين نقيًّا بنسبة 100%.

المواد والأدوات

تقنيات العرض والتوضيح

اعرض عمليًا الجهاز المجمّع وطريقة استخدام السحاحة وطريقة تعبئتها الصحيحة. أكد للمتعلمين أنه ليس عليهم أن يصلوا إلى أعلى من مستوى رؤوسهم عند تعبئة السحاحة. الماء الملوّن يجعل من هذا العرض العملي مرئيًا أكثر للمتعلمين.

ملاحظات حول طريقة العمل

• بما أن تغيُّرات ألوان الكواشف ليست بالحدّة نفسها تقريبًا كما مع أحماض وقواعد أخرى، فإن العديد من

المواد والأدوات

المتعلمين قد يبدون صعوبة في عملية تعرف نقطة النهاية المناسبة. وهذا قد ينتج عندما تكون الكتل المولية قريبة من 166 g/mol لدى استخدام الفينولفثالين، ومن 167 g/mol لدى استخدام أزرق الثيمول. الكتلة المولية الفعلية للأسبيرين هي 180 g/mol.

ضع النظارة الواقية على الدوام، وارتدِ مريول المختبر لحماية عينيك وملابسك.

لا تلمس أية مادة كيميائية. وإذا تعرضت يداك أو ملابسك لها اغسلها وأخبر معلمك.

استدع معلمك لدى انسكاب أي مادة كيميائية.

لا تضع أبدًا الزجاج المكسور في سلة المهملات العادية.

- 100 mL ماء مقطّر في زجاجة غسيل
- 50 mL 0.100 M NaOH
- 40 mL إيثانول 95%
- فينولفثالين أو كاشف أزرق الثيمول، 6-8 قطرات
- قرص أسبيرين عادي 325 mg، عدد 2
- مخبار مدرّج سعة 100 mL
- دورق مخروطي 250 mL، عدد 2
- سحاحة
- حامل سحاحة
- قمع قصير الساق لتعبئة السحاحة
- حامل معدني

طريقة العمل

• تتم ملاحظة نقطة النهاية بشكل أسهل وأسرع مع أزرق الثيمول لأن تغيّر اللون (من الأصفر إلى الأزرق الخفيف) أكثر تمييزًا منه مع الفينولفثالين.

• تعطي أقراص الأسبيرين الشاملة generic نتائج متطابقة جدًا.

• حجم محلول 0.100 M NaOH الضروري لكل تجربة هو 18-20 mL.

1. ركّب الحامل المعدني، وماسك السحاحة والسحاحة.
2. املأ السحاحة بمحلول 0.100 M NaOH. يجب أن يكون أسفل السطح الهلالي عند الخط 0.00 mL.
3. ضع قرص أسبيرين 325 mg في دورق مخروطي. أضف 20 mL تقريبًا من الماء المقطر، وانتظر من 20 إلى 30 ثانية. سيتكسر القرص إلى أجزاء عندما يمتص الماء وينتفخ. ثم أضف 20 mL تقريبًا من الإيثانول لإذابة الأسبيرين.
4. أضف 3-4 قطرات من محلول الكاشف المعيَّن. فإذا استخدمت الفينولفثالين، سيتغيّر اللون من عديم اللون إلى الزهري الباهت عند نقطة النهاية. وإذا استخدمت أزرق الثيمول فسيتغيّر اللون من الأصفر الباهت إلى الأزرق الباهت عند نقطة النهاية.
5. عاير بمحلول 0.100 M NaOH إلى أن تبلغ نقطة النهاية. سجّل في جدول البيانات حجم القاعدة اللازم لهذه العملية.
6. كرر الخطوات من 1 إلى 5 مع قرص ثانٍ من الأسبيرين.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. نظّف موقع العمل في المختبر. نظّف جميع أدوات التجربة وأرجعْها إلى أماكنها. تخلّص من الكيميائيات والمحاليل في حاوية خاصة يعيّنها المعلم. لا تسكب أي مادة كيميائية في المغسلة، ولا ترمِ أي شيء في حاوية النفايات ما لم يوجّهك المعلم إلى ذلك. اغسل يديك جيدًا بعد انتهاء العمل وقبل مغادرتك المختبر.

جدول البيانات			
كتلة الأسبيرين (g)	تركيز NaOH (M)	حجم NaOH (mL)	حجم NaOH (L)
0.325	0.100	18.00	0.01800
0.325	0.100	18.20	0.01820

حسابات

مناقشة ما قبل المختبر

- راجع مفهوم المولارية وكيف تتم الحسابات المتعلقة بتحويلات المول ونسب المول في المعادلة الكيميائية. يمكن استخدام المعادلة الموزونة لإظهار أن نسبة المول بين مادتي التفاعل هي 1:1. أوضح أن عدد مولات الأسبيرين يحدّد بشكل غير مباشر من عدد مولات NaOH المستهلك.
- قد يحاول المتعلمون الحصول على الكتلة الكلية لقرص الأسبيرين. ذكّرهم بأن قرص الأسبيرين يحتوي على 325 mg من الأسبيرين إضافة إلى مكوّنات غير نشطة. هكذا تكون الكتلة الكلية للقرص أكبر من 325 mg. كل المكوّنات غير النشطة لا تتفاعل مع NaOH.
- يجب أن يُسمح للمتعلمين بأن يجروا الحسابات في هذه التجربة. قد ترغب في مناقشة النظرية التي ترتكز عليها التجربة بمسمّاها نشاط ما بعد المختبر بدلاً من نشاط ما قبل المختبر.

التنظيف والتخلص من النفايات

يمكن سكب النفايات السائلة، الناتجة من هذه التجربة، في حوض الغسيل. أما الفائض من محلول NaOH فيمكن الاحتفاظ به لصفوف أخرى أو لتجارب إضافية.

أسئلة

1. **تنظيم أفكار:** تشير بطاقة التعريف على زجاجة الأسبيرين إلى أن كل قرص يحتوي على 325 mg من الأسبيرين. حوّل هذه الكتلة إلى جرامات، وأضف هذه القيمة إلى جدول البيانات.

$325\ mg = 0.325\ g$

2. **تنظيم أفكار:** ما النسبة المولية بين المتفاعلَيْن في هذا التفاعل الكيميائي؟

1:1

3. **تطبيق أفكار:** حوّل حجوم هيدروكسيد الصوديوم من ميليترات إلى لترات. أضف هذه القيم إلى جدول بياناتك في الخانات الملائمة.

الحجوم يجب أن تقسم على 1000 لأن $1\ L = 1000\ mL$.

4. **تطبيق أفكار:** احسب عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم لكل تجربة إذا كان تركيز NaOH هو 0.100 M.

$0.0180\ L\ NaOH \times 0.100\ M\ NaOH = 0.00180\ mol\ NaOH$

5. **تطبيق أفكار:** وفقًا للنسبة المولية، ما عدد مولات الأسبيرين في كل تجربة؟

$$0.00180\ mol\ NaOH \times \frac{1\ mol\ \text{أسبيرين}}{1\ mol\ NaOH} = 0.00180\ mol\ \text{أسبيرين}$$

1. **تطبيق أفكار:** استخدم جوابك في المسألة السابقة لحساب الكتلة المولية للأسبيرين لكل تجربة.

$$0.00180\ mol\ \text{أسبيرين} = \frac{0.325\ g}{X}$$

$X = 181\ g$

(الكتلة المولية الفعلية للأسبيرين هي 180)

2. **تنظيم أفكار:** ما الغرض من الكاشف في معايرة الحمض–القاعدة؟

يؤمن الكاشف تغيُّرًا لونيًا وقابلاً للملاحظة عند نقطة النهاية للمعايرة. الكاشف يُعلمك متى يتم بلوغ نقطة النهاية.