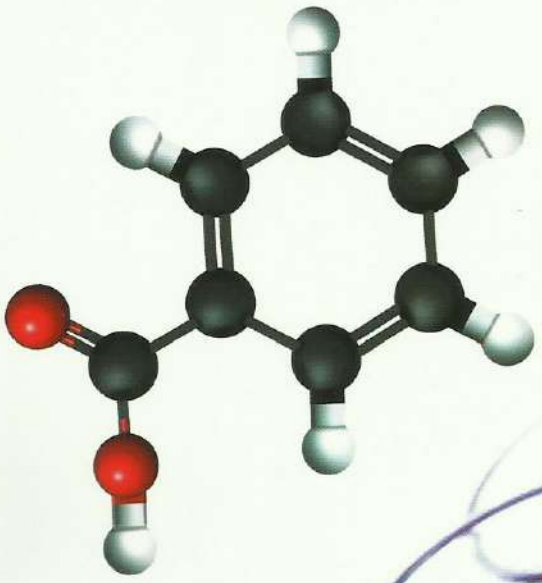
وزارة التربية

الكيمياء 12

الصف الثاني عشر

الجزء الثاني



كرّاسة التطبيقات

المرحلة الثانوية

صفوة معلمي الكويت

التاريخ: .....

نشاط 1

أهمّية حاصل الإذابة في إذابة وترسيب بعض المركبات الأيونية

The Importance of the Solubility Constant in Solubility and Precipitation for Some Ionic Compound

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها ، الملاحظة ، تسجيل النتائج ، التحليل والاستنتاج

الهدف

تحديد العلاقة بين حاصل الإذابة وقيمة الحاصل الأيوني في ترسيب بعض الأملاح في المحلول المشبع.

التوقع

هل ينتج راسب عند مزج محلولين مائيين؟

المواد المطلوبة

حامل أنابيب اختبار ، عدد 4 أنابيب اختبار ، عدد 4 مخابير مدرّجة سعة 10 mL ، قلم رصاص ، ورق ، قلم تأشير ، ماء مقطّر ، حمض الهيدروكلوريك المركّز، محلول نيترات الفضّة $AgNO_3$ (0.1M)، محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (0.1M) ، محلول الأمونيا NH_3 (0.1M)، محلول كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$ (0.1M)، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.1M)، محلول كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (0.1M)، محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (0.1M) ، محلول مشبّع من كلوريد الباريوم $BaCl_2$

خطوات العمل

1. رقّم الأنابيب الأربعة من 1 إلى 4 بواسطة قلم التأشير.
2. ضَع 5 mL من المحاليل التالية (قم بقياس المحلول بواسطة مخبار مدرّج) في الأنابيب الأربعة على التوالي (محلول لكلّ أنبوب اختبار):
   (1) محلول كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$
   (2) محلول كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$
   (3) محلول نيترات الفضّة $AgNO_3$
   (4) محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ المشبّع
3. أضِف 5 mL من المحاليل التالية (بواسطة مخبار مدرّج) إلى كلّ من الأنابيب الثلاثة الأولى:
   (1) محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH
   (2) محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3
   (3) محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

صفوة تعليمي الكويت

4. أضِف 2 mL من حمض الهيدروكلوريك المركّز إلى الأنبوب رقم (4).

5. دع محتوى كلّ من الأنابيب فترة ليستقرّ الراسب (إذا تكوّن) في قاع الأنبوب، ثمّ افصل الراسب بالترويق. أضِف قليلًا من الماء المقطّر إلى كلّ من الأنابيب ورجّها.

6. سجّل ملاحظاتك في الجدول رقم (1).

7. أضِف قليلًا من حمض الهيدروكلوريك المركّز إلى كلّ من الأنبوبين (1) و(2) وإلى الأنبوب رقم (3) محلول الأمونيا تدريجيًّا.

8. سجّل ملاحظاتك في الجدول رقم (2).

الملاحظة

أكمِل الجدول التالي:

رقم الأنبوب	محتوى الأنبوب	المحلول المضاف	المشاهدة (تكوين راسب)	المشاهدة بعض إضافة الماء والرجّ
1	$MgSO_4$	NaOH	تكوين راسب أبيض $Mg(OH)_2$	معلق أبيض في الماء
2	$CaCl_2$	Na_2CO_3	تكوين راسب أبيض $CaCO_3$	راسب أبيض
3	$AgNO_3$	$BaCl_2$	تكوين راسب أبيض AgCl	راسب أبيض
4	$BaCl_2$ مشبّع	HCl مركّز	محلول مائي لا لون له	

جدول (1)

رقم الأنبوب	محتوى الأنبوب	المحلول المضاف	المشاهدة
1	معلّق أبيض	HCl مركز	محلول مائي لا لون له
2	راسب $CaCO_3$	HCl مركز	محلول مائي مع ناتج غازي
3	راسب AgCl	NH_3	يذوب الراسب ويتكوّن محلول مائي لا لون له

جدول (2)

التحليل والاستنتاج

إستخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. اكتب المعادلة الأيونية التي توضّح كلًّا من التفاعلات الكيميائية التي تظهر في الجدول رقم (1).

$Mg^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow Mg(OH)_{2(s)\downarrow} + 2Na^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$.

$Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \longrightarrow CaCO_{3(s)\downarrow} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$

$Ba^{2+}_{(aq)} + 2Cl_{(aq)} + 2Ag^{+}_{(aq)} + 2NO_{3(aq)} \longrightarrow 2AgCl_{(s)\downarrow} + Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_{3(aq)}$

صفوة معلمي الكويت

2. كيف تفسّر المشاهدات التي دوّنتها في الجدول رقم (1)؟

. عند خلط محلولين مائيين في كأس واحدة تتفاعل الأيونات (الشقوق) النشطة مكوّنةً في معظم الأحيان ترسّبات تساعد على الكشف عن هذه الشقوق.

في الأنبوب رقم (1)، يتفاعل كاتيون المغنيسيوم مع أنيون الهيدروكسيد لينتج راسبًا أبيض هو هيدروكسيد المغنيسيوم.

في الأنبوب رقم (2)، يتفاعل كاتيون الكالسيوم مع أنيون الكربونات لينتج راسبًا أبيض هو كربونات الكالسيوم.

في الأنبوب رقم (3)، يتفاعل أنيون الكلوريد مع كاتيون الفضّة لينتج راسبًا أبيض هو كلوريد الفضّة.

في الأنبوب رقم (4)، ينتج خليط من الأيونات التي يمكنها أن تتواجد في المحلول من دون أن تتفاعل مع بعضها البعض.

3. كيف تفسّر المشاهدات التي دوّنتها بعد إضافة الماء إلى الراسب؟

بعض الأملاح غير قابلة للذوبان ويمكن لهذه الأملاح أن تذوب جزئيًّا في الماء لتشكّل محلولًا مشبّعًا. مع ذلك، تبقى هذه الترسّبات واضحة في الخليط الموجود في الأنبوب.

4. كيف تفسّر المشاهدات بعد إضافة محلول الأمونيا إلى الأنبوب رقم (3) وحمض الهيدروكلوريك المركّز إلى الأنبوبين (1) و(2).

. في الأنبوب رقم (3): بعد إضافة الماء إلى راسب كلوريد الفضّة AgCl تنتج المعادلة التالية:

$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ (محلول مشبّع)

عند إضافة محلول الأمونيا إلى المحلول المشبّع، يتفاعل الأمونيا مع كاتيون الفضّة ما يؤدّي إلى تناقص تركيزه.

عند ذلك، يحدث التفاعل طرديًّا لتكوين أيون الفضّة ولاستعادة الاتّزان.

عند إضافة كمّية وافرة من محلول الأمونيا، يذوب الراسب كليًّا لتكوين الكاتيون $[Ag(NH_3)_2]^{+}$ وينتج محلول لا لون له.

في الأنبوب رقم (1): بعد إضافة الماء إلى هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ ينتج معلّق أبيض بحسب المعادلة التالية:

$Mg(OH)_{2\,(s)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

عند إضافة حمض الهيدروكلوريك، ينتج تفاعل حمض مع قاعدة بين كاتيون الهيدرونيوم من حمض الهيدروكلوريك وأنيون الهيدروكسيد الموجود في المعلّق. لذلك يتناقص تركيز أنيون الهيدروكسيد ويحدث التفاعل طرديًّا.

إذا كانت كمّية حمض الهيدروكلوريك كافية ينتج محلول مائي لا لون له.

في الأنبوب رقم (2): الاستنتاج نفسه كما في الأنبوب رقم (1).

في هذه الحالة، إذا لم تتمّ إضافة الماء وفصل الراسب عن الخليط، ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.

صفوة معلمي الكويت

5. هل تتوقّع أن ينتج راسب عند خلط أيّ كمّية من المحاليل التي تنتج عنها ترسّبات في النشاط السابق؟

. كلّا، عند خلط المحاليل في كأس أو أنبوب واحد يجب أن تكون قيمة الحاصل الأيوني Q أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp}. لذلك، يمكن حساب تركيز الأيونات في الخليط ثمّ حساب قيمة الحاصل الأيوني Q ومقارنته مع ثابت حاصل الإذابة (يُعطى في جدول). هناك ثلاثة احتمالات:

$Q < K_{sp}$ لا ترسّب.

$Q = K_{sp}$ يكون المحلول الناتج متّزنًا.

$Q > K_{sp}$ ينتج ترسّب.

أنت الكيميائي

يمكنك أن تجري النشاط التالي على نطاق صغير، وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

هيدروكسيد المغنيسيوم هو مضادّ للحموضة سريع المفعول يُستخدَم لمعادلة الأحماض في المعدة ويُعرَف بـ «حليب المغنيسيا». لا يُستخدَم عادةً كمكوّن وحيد في مضادّات الحموضة بل يُدمج مع هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$.

1. صمّم وأجرِ تجربة توضّح فيها التفاعل الذي يحدث بين معلّق من هيدروكسيد المغنيسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

ملاحظة: يمكن الحصول على معلّق هيدروكسيد المغنيسيوم من الصيدلية واستبدال حمض الهيدروكلوريك بخلّ أبيض من المنزل.

. أضِف 100 mL من المعلّق إلى وعاء سعة 500 mL ثمّ أضِف ماء من الصنبور للحصول على 250 mL (نصف سعة الوعاء). يمكن الحصول على دليل كاشف من المدرسة بالاستعانة بمعلّم الفصل. أضِف حوالى 10 mL من الدليل الكاشف إلى المعلّق ثمّ حرّك المزيج.

يتغيّر لون الدليل الكاشف إلى قاعدي.

أضِف حوالى 10 mL من الخلّ الأبيض (5% حمض الأسيتيك) فيتحوّل اللون إلى حمضي. بعد وقت قليل، يعود الدليل الكاشف إلى اللون القاعدي.

أضِف 10 mL من الخلّ من جديد وسجّل ملاحظاتك.

2. اكتب معادلة التفاعل بين معلّق من هيدروكسيد المغنيسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

$$Mg(OH)_{2(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

صفوة معلمي الكويت

3. ما هو تفسيرك لتغيُّر لون الدليل الكاشف خلال التجربة؟

. عند إضافة الماء إلى معلق هيدروكسيد المغنيسيوم، تزداد الذوبانية بشكل طفيف، ما يعطي المعلق الناتج خواص قاعدية.
عند إضافة 10 mL من الخلّ الأبيض والحصول على اللون الحمضي للدليل الكاشف، يكون الحمض قد تفاعل مع الكمّية الذائبة من هيدروكسيد المغنيسيوم ومعادلتها.
بما أنّ المعلّق الذي نتج عن إضافة الماء إلى هيدروكسيد المغنيسيوم يتكوّن من محلول مشبّع والجزء الذي لم يذوب من هيدروكسيد المغنيسيوم، فإنّ $Mg(OH)_2$ تكون في حالة اتّزان مع الأيونات Mg^{2+} و OH^- كما توضّح المعادلة التالية:

$$Mg(OH)_{2(s)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH_{(aq)}$$

عند إضافة الحمض يتفاعل كاتيون الهيدرونيوم (H_3O^+) مع أنيون الهيدروكسيد (OH^-) لإنتاج الماء. لذلك، يتناقص تركيز أنيون الهيدروكسيد ما يزيح حالة الاتّزان ويحدث التفاعل طرديًّا. عندها يزداد تركيز أيون الهيدروكسيد من جديد ويتغيّر لون الكاشف إلى قاعدي.

صفوة معلمي الكويت

التاريخ: .....

نشاط 2

معايرة الخلّ (تحديد التركيز المولاري للخلّ)
Titration of Vinegar (Determination of the Molar Concentration of Vinegar)

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، التحليل والاستنتاج

الهدف

معايرة محلول مائي لخلّ تجاري (محلول حمضي) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم للتأكّد من تركيزه المولاري.

التوقع

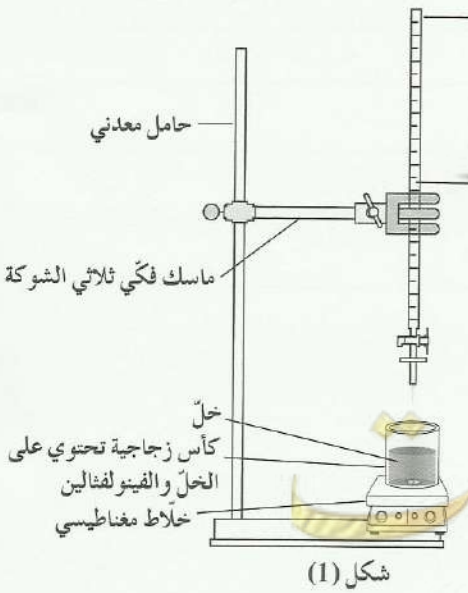
هل يسلك حمض الأسيتيك (الإيثانويك)، الموجود في الخلّ، مسلك حمض الهيدروكلوريك؟

المواد المطلوبة

مخبار مدرّج (25 mL)، دورق قياسي سعته (250 mL)، سحاحة مدرّجة (50 mL)، ماصّة مدرّجة (20 mL)، كأس زجاجية (250 mL)، قلم رصاص، ورقة بيضاء، مسطرة، حامل معدني، ماسك فكّي ثلاثي الشوكة، خلّاط مغناطيسي، محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.1 M)، محلول فينولفثالين (دليل تعادل)، قطّارة، خلّ تجاري لا لون له (شفّاف، درجة حموضته 7°، وكتلته الحجمية $\rho = 1.05\ kg/L$)

خطوات العمل

1. قس 25 mL من الخلّ التجاري بواسطة مخبار مدرّج لتخفيفه بنسبة 1:10.
2. أضِف هذا الحجم إلى الدورق القياسي سعته 250 mL.
3. أضِف الماء المقطّر إلى الدورق القياسي وصولًا إلى الخطّ المعياري للدورق، ثمّ حرّك الدورق.
4. صل الجهاز الذي يظهر في الشكل (1).



شكل (1)

صفوة معلمي الكويت

5. اغسل السحاحة بالماء المقطّر ثمّ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

6. املأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم حتّى خطّ الصفر 0.00 mL.

7. اسحب بواسطة الماصّة 20 mL من محلول الخلّ المخفَّف ثمّ ضَع هذا الحجم في الكأس الزجاجية.

8. أضِف من 2 إلى 3 قطرات من محلول الفينولفثالين إلى الكأس (ينتج محلولًا مائيًّا لا لون له). ثمّ ضَع الكأس على الخلّاط المغناطيسي.

9. أضِف محلول هيدروكسيد الصوديوم تدريجيًّا إلى محلول الخلّ المخفَّف في الكأس الزجاجية، بعد تشغيل الخلّاط المغناطيسي.

10. توقّف عن إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم عند تغيّر لون المحلول إلى الزهري فذلك يدلّ على نقطة التكافؤ. سجّل الحجم V_{bE} المضاف.

11. كرّر معايرة ثلاث عيّنات من المحلول المخفَّف للخلّ التجاري وسجّل الأحجام المضافة لمعايرة كلّ عينة في الجدول رقم (3).

الملاحظة

التجربة	1	2	3	متوسّط الحجم
حجم القاعدة V_{bE} (mL)				

جدول (3)

التحليل والاستنتاج

استخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. اكتب المعادلة الموزونة التي توضّح التفاعل الكيميائي بين هيدروكسيد الصوديوم وحمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك) الموجود في الخلّ.

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$.

2. احسب التركيز المولاري لحمض الأسيتيك في محلول الحمض المخفّف.

عند نقطة التكافؤ: $n_a = n_b$ (العلاقة بحسب مبدأ اتّحادية العناصر)

يمكن استنتاج عدد المولات بدالّة التركيز والحجم.

$$C_a V_a = C_b V_{bE}$$

في خلال التجارب الأربع، بقيت قيمة V_a (حجم الحمض أي الخلّ) ثابتة ولكن V_{bE} تغيّر من تجربة إلى أخرى.

يجب حساب معدّل حجم القاعدة المضاف، ومن المفترض أن تبلغ قيمته حوالى 25 mL.

حساب التركيز المولاري لحمض الأسيتيك في محلول الخلّ المخفَّف:

$$C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a} = \frac{0.1 \times 25 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}}$$

$$C_a = 0.125 \text{ mol/L}$$

3. احسب التركيز المولاري لحمض الأسيتيك في الخلّ التجاري.

. خُفِّف محلول الخلّ التجاري بنسبة 10 : 1.

يساوي معامل التخفيف:

$$\frac{C_a}{C_0} = \frac{V_0}{V_a} = \frac{1}{10}$$

يكون التركيز C_0:

$$C_0 = 10C_a$$

$$C_0 = 10 \times 0.125 = 1.25 \text{ mol/L}$$

صفوة معلمي الكويت

التاريخ: .....

نشاط 3

معايرة قاعدة قوية بحمض قوي بواسطة جهاز قياس الأس الهيدروجيني
Titration of a Strong Base with a Strong Acid Using a pH-meter

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، الرسم البياني، التحليل والاستنتاج

الهدف

معايرة قاعدة قوية بحمض قوي واستخدام الرسم البياني لحساب التركيز المولاري للقاعدة.

التوقع

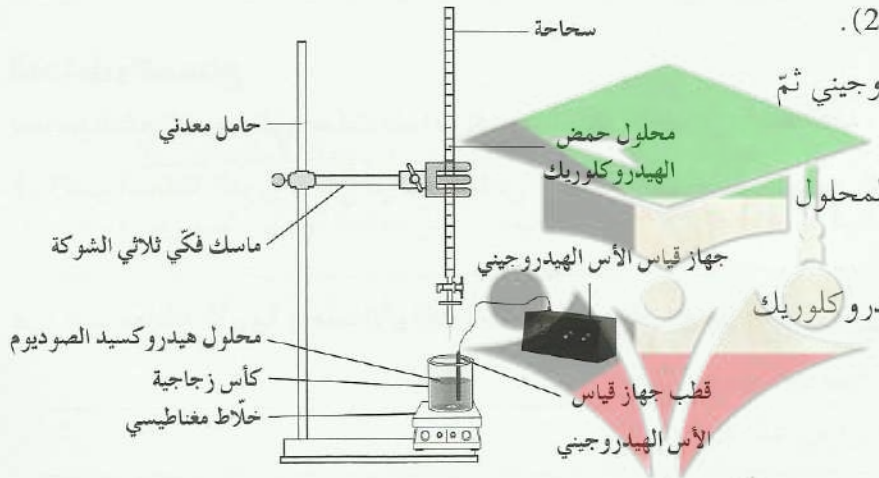
ما هو تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم الذي تمّت معايرته بمحلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.1 M؟

المواد المطلوبة

سحاحة (50 mL)، جهاز قياس الأس الهيدروجيني، ماصّة حجمية (10 mL)، كأس زجاجية (250 mL)، ورقة رسم بياني، قلم رصاص، ورقة بيضاء، مسطرة، حامل معدني، ماسك فكّي ثلاثي الشوكة، خلّاط مغناطيسي، محلول حمض الهيدروكلوريك (0.1 M)، محلول هيدروكسيد الصوديوم

خطوات العمل

1. صل الجهاز كما يظهر في الشكل (2).
2. قُم بمعايرة جهاز قياس الأس الهيدروجيني ثمّ اغسل قطبه بالماء المقطّر.
3. اغسل السحاحة بالماء المقطّر ثمّ بالمحلول المائي لحمض الهيدروكلوريك.
4. املأ السحاحة بمحلول حمض الهيدروكلوريك (حتى خطّ الصفر 0.00 mL).



شكل (2)

صفوة معلمي الكويت

5. اسحب بواسطة الماصّة 10 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ثمّ ضع هذا الحجم في كأس زجاجية موضوعة على خلّاط مغناطيسي.

6. اغمر قطب جهاز قياس الأس الهيدروجيني في المحلول القاعدي ثمّ سجّل قيمة الأس الهيدروجيني pH لمحلول هيدروكسيد الصوديوم قبل البدء بالمعايرة.

ملاحظة: يمكن إضافة حجم من الماء النقيّ إلى الكأس الزجاجية لكي يغمر المحلول قطب جهاز قياس الأس الهيدروجيني، وذلك لن يغيّر حجم المحلول الحمضي الذي يضاف لأنّ عدد مولات القاعدة لا يتغيّر في الكأس.

7. أضِف 2 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك إلى الكأس الزجاجية. قِس الأس الهيدروجيني pH للمحلول الناتج. سجّل قيمة الأس الهيدروجيني pH في الجدول رقم (4).

8. كرّر إضافة الأحجام المختلفة من محلول حمض الهيدروكلوريك الموضّحة في الجدول رقم (4) من السحاحة تدريجيًّا. قِس الأس الهيدروجيني pH بعد كلّ إضافة وسجّل قيمة الأس الهيدروجيني pH في الجدول رقم (4).

الملاحظة

حجم الحمض V_a (mL)	0	2	5	7	8	8.5	8.7	8.9
قيمة الأس الهيدروجيني pH								
حجم الحمض V_a (mL)	9	9.1	9.3	9.5	10	11	13	15
قيمة الأس الهيدروجيني pH								

جدول (4)

التحليل والاستنتاج

استخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. اكتب المعادلة الموزونة التي توضّح التفاعل الكيميائي بين حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$.

2. اكتب معادلته الأيونية وحدّد الأيونات المتفرّجة في هذا التفاعل.

$(H^+ + Cl^-)_{(aq)} + (Na^+ + OH^-)_{(aq)} \rightarrow (Na^+ + Cl^-)_{(aq)} + H_2O_{(l)}$.

أنيونات الكلور وكاتيونات الصوديوم هي أيونات متفرّجة لأنّها تحافظ على الحالة ذاتها في خلال التفاعل. لذلك، يمكن توضيح التفاعل بين حمض قوي وقاعدة قوية في المعادلة التالية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$.

3. استعن بالجدول وأعدّ رسمًا بيانيًّا يوضّح العلاقة بين حجم المحلول الحمضي V_a والأس الهيدروجيني pH.

يجب أن يوضّح الرسم البياني منحنًى ذا نقطتي انعطاف.

4. استعن بالرسم البياني لتحديد نقطة التكافؤ E.

. يمكن تحديد نقطة التكافؤ للمنحنى $pH = f(V_a)$ بطريقة المماسات المتوازية. ارسم أوّلًا خطّين مستقيمين T_1 و T_2 متوازيين ومماسين للمنحنى عند نقطتي الانعطاف. ارسم مستقيمًا متعامدًا على المستقيمين (يحدّد المسافة بين المماسين المتوازيين). ارسم مستقيمًا متعامدًا T_3 يمرّ بمنتصف المستقيم العمودي ومتوازيًا مع T_1 و T_2. يتقاطع T_3 مع المنحنى عند نقطة التكافؤ E. V_{aE} و pH_E هما إحداثيات النقطة E على المنحنى.

5. حدِّد قيمة الأس الهيدروجيني pH عند نقطة التكافؤ E. هل كان من الممكن توقّعها؟

. من المفترض أن نجد أنّ قيمة الرقم الهيدروجيني pH تساوي 7 من خلال الرسم البياني.

يمكن توقّعها عند هذه النقطة لأنّ التفاعل الكيميائي بين حمض قوي وقاعدة قوية عند مزج كمّية متساوية من أيونات H^+ و OH^- ينتج محلولًا متعادلًا أسّه الهيدروجيني $pH = 7$.

6. احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

. من المفترض أن يُظهر الرسم البياني أنّ الحجم V_{aE} يساوي 9mL عند نقطة التكافؤ.

عند نقطة التكافؤ يساوي عدد مولات H^+ عدد مولات OH^- : $n_{H^+} = n_{OH}$

محلول حمض الهيدروكلوريك أحادي البروتون: $n_{H^+} = n_a$

محلول هيدروكسيد الصوديوم أحادي الهيدروكسيد: $n_{OH} = n_b$

$$n_a = n_b$$

$$C_a V_{aE} = C_b V_b$$

$$\frac{C_a V_{aE}}{V_b} = C_b$$

$$C_b = \frac{0.1 \times 9 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.09 \text{ mol/L}$$

أنت الكيميائي

يمكن أن تجري الأنشطة التالية على نطاق صغير وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

1. **صمِّم!** هيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية تُستخدَم في الصناعات الكيميائية مثل صناعة الورق، الصابون، موادّ التنظيف المنزلي وغيرها.

يوضّح ملصق أحد سوائل التنظيف المُستخدَمة في المنازل ما يلي:

«منتج تجاري يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 20%».

صمِّم تجربة لمعايرة هيدروكسيد الصوديوم في هذا المنتج.

. يمكن تطبيق جميع الخطوات المذكورة في النشاط لمعايرة القاعدة القوية بواسطة حمض قوي مثل حمض الهيدروكلوريك.

صفوة معلمي الكويت

2. من الأفضل تحضير محلول مائي مخفَّف لهيدروكسيد الصوديوم (تفاعلاته مع الماء والحمض طاردة للحرارة وهو حارق للجلد). ما هي الأدوات التي تُستعمَل في تخفيف المحاليل؟

. ماصّة مدرّجة ودورق مستدير مسطّح القاعدة.

3. ما هي الخطوات المتّبعة لتخفيف محلول إذا أردنا تحضير 1000 mL (1 L) من المحلول المخفّف وأن تساوي نسبة التخفيف 1:100؟

. حساب V_0:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{V_0}{V} = \frac{1}{100}$$

$$V_0 = \frac{V}{100} = \frac{1000}{100} = 10mL$$

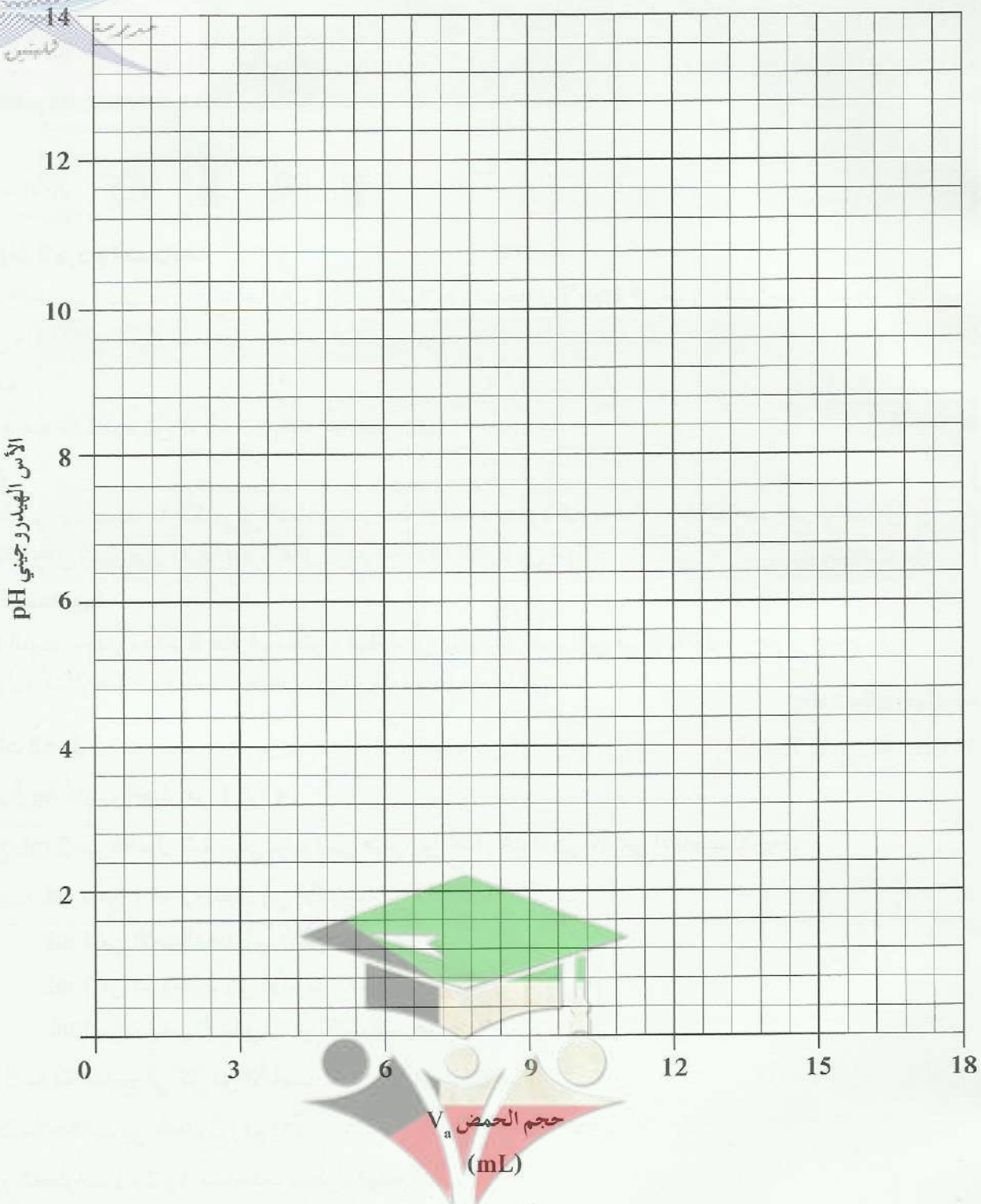
اسحب 10mL بواسطة ماصّة مدرّجة من محلول سائل التنظيف ثمّ أضف هذا الحجم إلى دورق مستدير مسطّح القاعدة سعته 1000mL (1L). أضف الماء المقطّر وصولًا إلى الخطّ المعياري للدورق.

4. لنفترض أنّ حجم الحمض القوي (حمض الهيدروكلوريك) الذي نحتاج إليه لمعايرة المحلول القاعدي (NaOH) هو $V_{aE} = 6\ mL$. ما هو تركيز هذا المحلول؟ علمًا أنّ تركيز حمض الهيدروكلوريك هو $C_a = 0.1\ mol/L$.

. عند نقطة التكافؤ: $C_a V_{aE} = C_b V_b$

$$C_b = \frac{C_a V_{aE}}{V_b} = \frac{0.1 \times 6 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = 0.06\ mol/L$$

صفوة معلمي الكويت



صفوة معلمي الكويت

التاريخ: .....

نشاط 4
التمييز بين المركّبات الكربونيلية
Differentiation between Carbonyl Compounds

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، اتّباع إجراءات الأمان والسلامة، استخدام الأجهزة المخبرية، الملاحظة، تسجيل النتائج، التحليل والاستنتاج

الهدف

تعرّف مجموعة الكربونيل الوظيفية في المركّبات.

التوقع

هل يؤدّي وجود مجموعة الكربونيل الوظيفية في صيغ الألدهيدات والكيتونات إلى امتلاك هذه المركّبات خواصّ مشتركة؟ وهل تتميّز عن بعضها بعضًا بفعل موقع مجموعة الكربونيل فيها؟

المواد المطلوبة

عدد 8 أنابيب اختبار، عدد 8 قطّارة، محلول 4,2 ثنائي نيتروفينيل هيدرازين في الإيثانول، محلول فهلنج، 1 – بروبانول، أسيتالدهيد، بروبانون، حمض الإيثانويك، وعاء ماء ساخن

خطوات العمل

1. رقّم أربعة أنابيب اختبار من 1 إلى 4.
2. ضَع 2 mL من محلول 4,2 ثنائي نيتروفينيل هيدرازين أصفر اللون في كلّ من الأنابيب الأربعة.
3. أضِف: 1 mL من 1 – بروبانول إلى الأنبوب رقم 1.
   1 mL من الأسيتالدهيد إلى الأنبوب رقم 2.
   1 mL من البروبانون إلى الأنبوب رقم 3.
   1 mL من حمض الإيثانويك إلى الأنبوب رقم 4.
4. حرّك بشدّة المزيج في كلّ من الأنابيب ثمّ دَع الأنابيب جانبًا.
5. دوّن ملاحظاتك في الجدول رقم (5).
6. كرّر الخطوات 1 و2 و3 مستخدمًا محلول فهلنج.
7. ضَع الأنابيب الأربعة في وعاء ماء ساخن على درجة 60 °C لمدّة 5 دقائق.
8. دوّن ملاحظاتك في الجدول رقم (6).

كيفية تحضير 2,4 ثنائي نيترو فينيل هيدرازين

١. **نقوم باذابة 1g من 2,4 ثنائي نيترو فينيل هيدرازين الصلب في 5ml من حمض الكبريتيك المركز في كأس زجاجي.**

٢. **نذيب 23ml من الايثانول أو الميثانول في 6.5ml من الماء في كأس اخر.**

٣. **نقوم بإضافة محتويات الكأس الأول بحذر الى الكأس الثاني مع التقليب المستمر ثم بعد ذلك نقوم بالترشيح**

صفوة تعلمي الكويت

الملاحظة

اسم المركّب	نتيجة سلبية	نتيجة إيجابية	المشاهدة
1 – بروبانول	✓		لا تغيير
الأسيتالدهيد		✓	راسب أصفر
البروبانون		✓	راسب أصفر
حمض الإيثانويك	✓		لا تغيير

جدول (5)

اسم المركّب	نتيجة سلبية	نتيجة إيجابية	المشاهدة
1 – بروبانول	✓		لا تغيير
الأسيتالدهيد		✓	راسب أحمر قرميدي واختفاء اللون الأزرق
البروبانون	✓		لا تغيير
حمض الإيثانويك	✓		لا تغيير

جدول (6)

التحليل والاستنتاج

1. اكتب الصيغ التركيبية لكلّ من 1 – بروبانول، الأسيتالدهيد، البروبانون وحمض الإيثانويك.

1 – بروبانول $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

البروبانون $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$

الاسيتالدهيد $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

حمض الإيثانويك $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

صفوة معلمي الكويت

2. ما الذي يميّز المركّبين اللذين كوّنا راسبًا أصفر مع 4,2 ثنائي نيترو فينيل هيدرازين عن المركّبين الآخرين؟

. يمتاز الاسيتالدهيد والبروبانون بوجود مجموعة كربونيل C = O في صيغهما التركيبية. يتفاعل DNPH – 2,4 فحسب مع مجموعة الكربونيل الوظيفية C = O التي تميّز الألدهيدات والكيتونات وليس مع تلك الموجودة في باقي المركّبات العضوية كالأحماض الكربوكسيلية مثلًا COOH–.

3. هل يمكن التمييز بين الألدهيدات والكيتونات باستخدام 4,2 ثنائي نيترو فينيل هيدرازين؟

. كلّا

4. يمتلك كلّ من الأسيتالدهيد والبروبانون المجموعة الوظيفية C = O نفسها ومع ذلك سَلَكا سلوكًا مختلفًا مع محلول فهلنج. ما سبب هذا الاختلاف؟

. وجود ذرّة الهيدروجين المتّصلة بمجموعة الكربونيل الوظيفية في طرف السلسلة الكربونية سمح للألدهيدات بأداء دور عامل مختزل فتميّزت عن الكيتونات التي لا تتمتّع بهذا الدور فالألدهيدات تتأكسد على عكس الكيتونات.

5. اكتب معادلة التفاعل الذي يؤدّي إلى تكوّن الراسب الأحمر الطوبي.

. $RCHO_{(l)} + 2Cu^{2+}_{(aq)} + 5OH^-_{(aq)} \rightarrow RCOO^-_{(aq)} + 3H_2O_{(l)} + Cu_2O_{(s)}\downarrow$

6. ماذا يحدث إذا أجرينا اختبار 4,2 ثنائي نيترو فينيل هيدرازين مع كلّ من البيوتانون والبيوتانال؟

. يتكوّن راسب أصفر لأنّ كليهما يحتوي على المجموعة الوظيفية C = O.

7. ماذا يحدث إذا أجرينا اختبار فهلنج مع كلّ من البيوتانال والبيوتانون؟

. يعطي البيوتانال راسبًا أحمر قرميديًّا مع اختفاء اللون الأزرق، أمّا مع البيوتانون فتكون نتيجة الاختبار سلبية.

أنت الكيميائي

يمكن أن تجري الأنشطة التالية على نطاق صغير وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

1. أجرِ بحثًا حول تحضير محلول فهلنج ثمّ حضِّره.

. يُعتبَر محلول فهلنج محلولًا غير ثابت، يُحفَظ في الثلّاجة لمدّة قصيرة. لذلك يحضَّر هذا المحلول من محلولين منفصلين. لتحضير المحلول A يجب إذابة 7 g من كبريتات الصوديوم في دورق مخروطي سعته 100 mL وإضافة ماء مقطّر حتّى العلامة. أمّا لتحضير المحلول B فيجب إذابة 35 g من طرطرات الصوديوم أو البوتاسيوم و 10 g من هيدروكسيد الصوديوم في دورق مخروطي سعته 100 mL ثمّ إضافة ماء مقطّر حتّى العلامة. قبل إجراء التجربة يجب خلط 15 mL من كلّ محلول في كأس زجاجية.

صفوة معلمي الكويت

2. **صمّم!** صمّم تجربة لتحديد كيفية تعرُّف الألدهيدات والكيتونات في بعض الموادّ المستعملة في حياتنا اليومية مثل: الفورمالين الذي يستعمل كحافظ للأنسجة، الأسيتون (مذيب طلاء الأظافر) والإيثانول المُستخدَم في المنزل.

	4,2 ثنائي نيتروفينيل هيدرازين	فهلنج
الفورمالين		
الأسيتون		
الإيثانول		

جدول (7)

. لتنفيذ هذا النشاط على الطالب تجهيز الموادّ التالية: عدد 6 أنابيب اختبار ومحلول فهلنج، محلول 2,4–DNPH، الأسيتون (مذيب طلاء الأظافر)، الإيثانول، ماصّة حجمية سعتها 1 mL وماصّة حجمية سعتها 2 mL. ضَع في ثلاثة أنابيب اختبار 2 mL من محلول 2،4–DNPH ثمّ أضف 1 mL من الفورمالين في الأنبوب الأوّل، 1 mL من الأسيتون في الأنبوب الثاني و1 mL من الإيثانول في الأنبوب الثالث. سجِّل ملاحظاتك في الجدول (7). كرِّر الخطوات السابقة مع محلول فهلنج وسجِّل ملاحظاتك في الجدول (7).

صفوة معلمي الكويت

التاريخ: .....

نشاط 5

الكشف عن وجود الجلوكوز بواسطة محلول بندكت
Detecting Glucose Using Benedict's Solution

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، التحليل والاستنتاج

الهدف

تحديد اللون الناتج من إضافة محلول بندكت إلى محاليل الجلوكوز والسكّروز والنشا.

التوقع

هل يمكن تحديد أصناف الكربوهيدرات بواسطة محلول بندكت؟

المواد المطلوبة

عدد 4 أنابيب اختبار، عدد 5 قطّارة، قلم شمع، قلم رصاص، ورق، مسطرة، محلول بندكت، محلول الجلوكوز، محلول السكّروز، محلول النشا، ماء نقي، وعاء ماء ساخن

خطوات العمل

1. ضَع علامة على الأنابيب الأربعة على ارتفاع 1 cm من القاعدة بواسطة قلم تأشير، ثمّ ضَع على كلّ أنبوب علامة أخرى على ارتفاع 3 cm من القاعدة.
2. رقّم الأنابيب من 1 إلى 4 على أن يكون الرقم واضحًا (عند أعلى الأنبوب).
3. املأ الأنابيب الأربعة حتى علامة 1 cm كما يلي:
   - أنبوب رقم 1: ماء نقي
   - أنبوب رقم 2: محلول الجلوكوز
   - أنبوب رقم 3: محلول السكّروز
   - أنبوب رقم 4: محلول النشا
4. املأ الأنابيب الأربعة حتى علامة 3 cm بمحلول بندكت.
5. ضَع الأنابيب الأربعة في وعاء ماء ساخن لمدّة 5 دقائق.
6. سجّل ملاحظاتك حول ألوان المحاليل الناتجة في كلّ أنبوب في الجدول رقم (8).

صفوة معلمي الكويت

الملاحظة

الأنبوب	المحاليل	اللون الناتج بعد إضافة محلول بندكت
1	الماء	أزرق
2	محلول الجلوكوز	أحمر
3	محلول السكّروز	أزرق
4	محلول النشا	أزرق

جدول (8)

التحليل والاستنتاج

يحتوي محلول بندكت على كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$ وهو محلول قاعدي ذو لون أزرق. عندما تُختزَل أيونات النحاس (II) Cu^{2+} ينتج راسب أحمر اللون (أحمر طوبي) من أكسيد النحاس Cu_2O كما توضّح المعادلة الإلكترونية التالية:

$$2Cu^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_2O_{(s)}\downarrow + H_2O_{(l)}$$

1. في أيّ من أنابيب الاختبار تغيّر لون المحلول؟ علامَ يدلّ هذا التغيّر؟

. تغيّر لون المحلول في الأنبوب رقم 2 الذي يحتوي على محلول الجلوكوز.
يدلّ التغيّر في اللون على أنّ الجلوكوز عامل مختزل.

2. ما الهدف من استخدام الماء النقي في الأنبوب رقم (1)؟

. استخدام الأنبوب رقم 1 كأنبوب شاهد فالماء هو المذيب في المحاليل المستخدمة لذلك لا يتفاعل مع محلول بندكت. بالتالي، يمكن مقارنة ألوان محاليل الأنابيب الأخرى بلون محلول الأنبوب رقم 1 لمعرفة أيّ من المحاليل يعطي نتيجة سلبية.

3. تحتوي المحاليل الثلاثة التي استُعمِلت على الكربوهيدرات. ما الذي يميّز هذه الكربوهيدرات؟

. ينتمي كلّ من هذه الكربوهيدرات إلى صنف من السكريات.
يعتمد هذا التصنيف على عدد ذرّات الكربون والمجموعة الوظيفية الموجودة في الجزيء. تُصنَّف هذه الكربوهيدرات على الشكل التالي:
الجلوكوز: سكّر أحادي
السكّروز: سكّر ثنائي
النشا: سكّر عديد

4. ما الذي يمكن استنتاجه من هذا الاختبار إلى جانب خواصّ الجلوكوز الكيميائية؟

. تتكوّن الكربوهيدرات، كالجلوكوز والسكّروز والنشا، من العناصر ذاتها أي الكربون والهيدروجين والأكسجين. مع ذلك، يسلك كلّ منها سلوكًا مختلفًا عن الآخر ما يدلّ على الحاجة إلى محاليل أخرى للاستدلال على هذه السكّريات في المحاليل وبخاصّة في الأطعمة ولا يمكن الاعتماد على محلول بندكت. مثال على ذلك، يُستخدَم محلول اليود للاستدلال على وجود النشا.

أنت الكيميائي

يمكن أن تجري أنواع الأنشطة التالية على نطاق صغير ، وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

تُعتبَر الوظيفة الأساسية للكربوهيدرات هي توفير الطاقة لجسم الكائن الحيّ وبخاصّة الدماغ والجهاز العصبي حيث يتمّ تحويل النشا والسكّر إلى الجلوكوز الذي يتأكسد ويتحوّل إلى طاقة. ونحصل على السكّريات العديدة والفيتامينات من الخبز والحبوب والأرزّ والبطاطا وغيرها. ونحصل على السكّريات البسيطة من الفواكه والحليب ومنتجاته والخضار . لذلك يمكن استعمال محلول بندكت ومحلول اليود لتصنيف الكربوهيدرات. يُظهر الجدول مجموعة من الأطعمة ونتائج تفاعلها مع محلول بندكت ومحلول اليود.

1. **صمّم!** صمّم تجربة لتحديد كيفية تصنيف الكربوهيدرات الموجودة في الموادّ الغذائية المذكورة في الجدول رقم (9) وحدّد أصناف السكّريات الموجودة في كلّ منها.

ملاحظة: يتفاعل محلول بندكت مع السكّريات الأحادية ويتغيّر لون المحلول إلى الأحمر الطوبي (يمكن أن يتغيّر هذا اللون إلى البرتقالي تبعًا لتركيز السكّر في المحلول). يتفاعل محلول اليود KI مع السكّريات العديدة ويتغيّر لون المحلول إلى اللون الأزرق الداكن.

الطعام	محلول بندكت	محلول اليود
العسل	يتفاعل	لا يتفاعل
البصل	يتفاعل	لا يتفاعل
سكّر الطاولة	لا يتفاعل	لا يتفاعل
عصير التفّاح	يتفاعل	لا يتفاعل
الخبز	لا يتفاعل	يتفاعل

جدول (9)

- حضِّر 10 أنابيب اختبار ثمّ ضع في كلّ أنبوبين نوعًا من الموادّ الموجودة في الجدول السابق. تُستخدَم الأنابيب الأولى لمحلول بندكت والأنابيب الثانية لمحلول اليود. ثمّ سجِّل ملاحظاتك على ورقة وقارِنها مع الجدول السابق.

يُظهر الجدول (9) أنّ العسل والبصل وعصير التفّاح تحتوي على سكّريات أحادية. أمّا سكّر الطاولة أي السكّروز فهو سكّر ثنائي، فيما يحتوي الخبز على سكّر عديد أي النشا.

صفوة معلمي الكويت

ملاحظات

صفوة معلمي الكويت