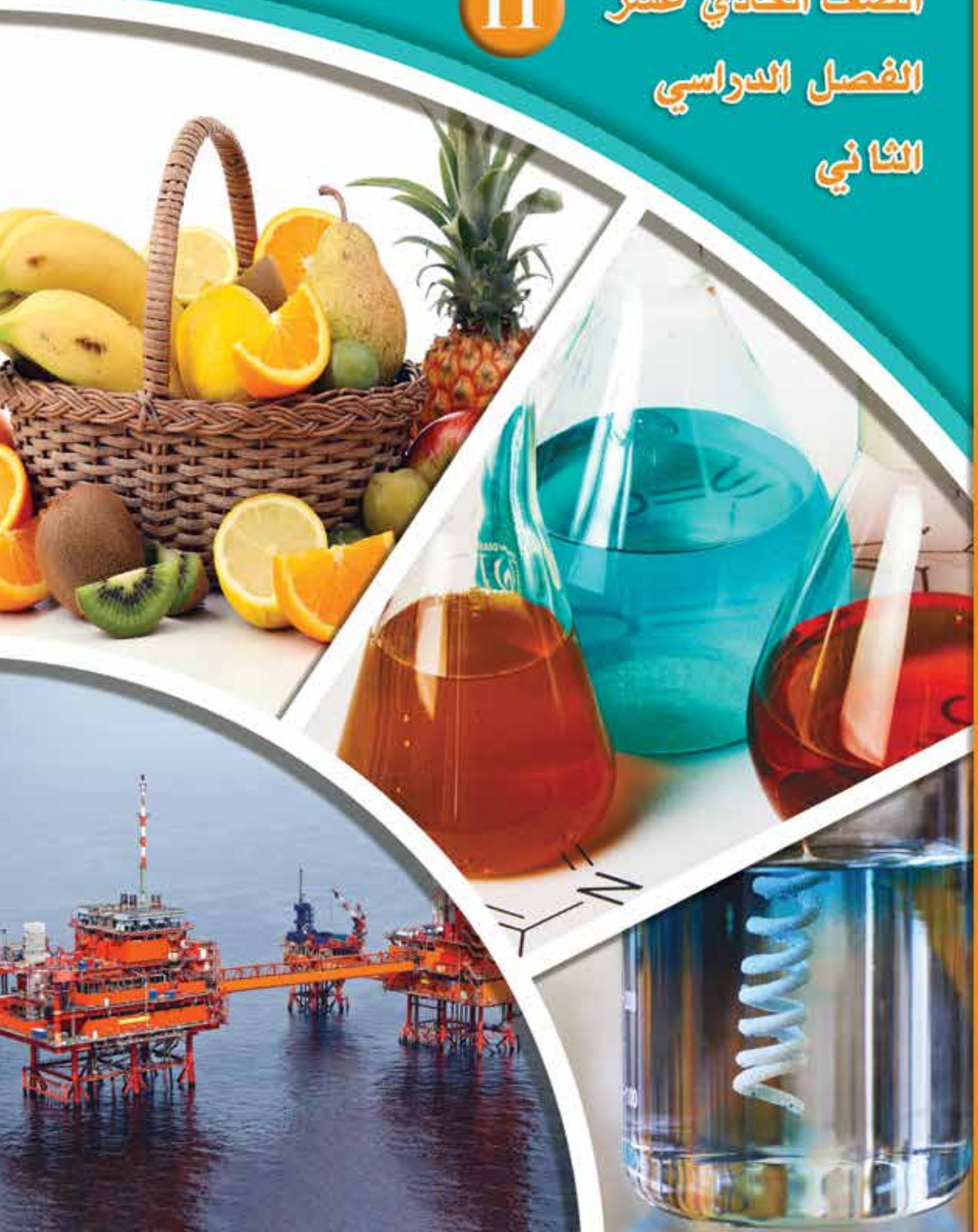
المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

11 الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الثاني



كتاب الأنشطة والتجارب العملية

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

الصف الحادي عشر - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الثاني

11

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود

تيسير أحمد الصبيحات

جميلة محمود عطية

سمير سالم عيد

منهاجي
منعة التعليم الهادف

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06-5376262 / 237 | 06-5376266 | P.O.Box: 2088 Amman 11941

@nccdjor | feedback@nccd.gov.jo | www.nccd.gov.jo

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعهـا، بناءً عـلى قرار المجلـس الأعلى للمركز الوطني لتطـــوير المناهـــج في جلسته رقم (2021/5)، تاريخ 2021/12/7 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2021/174)، تاريـخ 2021/12/21 م، بـدءًا من العام الـدراسي 2021 / 2022 م.

© HarperCollinsPublishers Limited 2021.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 293 - 0

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/4/1885)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الكيمياء: الصف الحـادي عشر: الفصل الثاني (كتاب الأنشطة والتجارب العملية)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.- ط2؛

مزيدة ومنقحة.- عمان: المركز، 2022

(44) ص.

ر.إ.: 2022/4/1885

الواصفات: / تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise , without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.

British Library Cataloguing -in- Publication Data

A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية)
أعيدت طباعته

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1442هـ / 2021 م
2022 م – 2023 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوحدةُ الرابعةُ: الحساباتُ والتفاعُلات الكيميائيّة	
تجربةٌ استهلاليّةٌ: التفاعلُ الكيميائي	5
تفاعلُ الترسيب	7
تفاعلُ التعادل	9
التجربةُ الإثرائية: المادةُ المُحدّدة للتّفاعُل	11
أسئلةُ تفكير	13
الوحدةُ الخامسة: الاتّزانُ الكيميائي	
تجربةٌ استهلاليةٌ: تسامي اليود	15
أثرُ التركيز على موضِع الاتّزان	17
أثرُ درجة الحرارة في الاتّزان	19
التجربةُ الإثرائية: تغيير موضِع الاتّزان	21
أسئلةُ تفكير	23

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوحدةُ السادسة: المُركّبات الهيدروكربونية	
تجربةٌ استهلاليةٌ: بناء المُركّبات الهيدروكربونية	25
تحضيرُ الميثان في المختبر	27
تفاعلُ أكسدة الألكينات	29
تجربة إثرائية: تحضيرُ الإيثاين في المختبر	30
أسئلةُ تفكير	32
الوحدةُ السابعة: مشتقاتُ المُركّبات الهيدروكربونية	
تجربةٌ استهلالية: التصاوغ الوظيفي	34
اختبارُ ذوبانِ بعض المُركّبات العُضويّة في الماء	36
بناءُ نموذجٍ لمبلمرٍ مُتعدّد الإيثين	39
تجربةٌ إثرائية: قياسُ درجةِ غليان بعض المُركّبات العضوية	41
أسئلةُ تفكير	43

تجربة استهلالية

التفاعلُ الكيميائيُّ

الخلفية العلمية:

تحدثُ كثير من التفاعلاتِ الكيميائيةِ في حياتِنا في المصانع أو في المختبرات، ويتضمّن التفاعلُ الكيميائي تكسير روابطَ بين الذرات المتفاعلة، وإعادة ترتيب للذرات، وتكوين روابط جديدة؛ وبهذا تنتجُ موادُّ جديدة ذاتُ خصائصَ تختلف عن خصائص المواد المُتفاعلة. ومن أنواع التفاعلات الكيميائية: الاتّحادُ، والتحلُّل، والإحلالُ الأحاديّ، والإحلال المزدوج بأنواعه (الترسيب، والتعادل، وإطلاق الغاز).

الهدف: التنبؤ بنوع التفاعل الكيميائي.

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$؛ تركيزُه 0.1M، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛ تركيزُه 0.1M، كأسٌ زجاجية سعة 100 mL، مخبارٌ مُدرّجٌ (عدد2).

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ ارشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أحذرُ عند التعامل مع الموادّ الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظارات الواقية والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ:** أستخدمُ المخبارَ المُدرّج الأول في قياس 5 mL من محلول $FeCl_3$، والمخبار المُدرّج الثاني في قياس 5 mL من محلول NaOH.
2. **ألاحظُ:** أسكُب محتوياتِ المِخبارين تدريجيًّا في الكأسِ الزجاجية، وألاحظُ ما يحدث، وأسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أصفُ** التغيُّر الذي يطرأُ على الخليط في الكأس الزجاجيّة.

.....

.....

.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيةً موزونةً تصفُ التفاعُل الحاصل.

.....

.....

.....

3. **أستنتجُ** نوعَ التفاعُل الذي حدث.

.....

.....

.....

التجربةُ 1 تفاعُل الترسيب

الخلفية العلمية:

ينتجُ من مزج بعض المحاليل المائية للمواد الأيونيّة -أحيانًا- مركّبٌ غيرُ ذائبٍ أو شحيحُ الذوبان في الماء، يترسّبُ في وعاء التفاعل. ويمكنُ توقُّع تكوُّن راسبٍ عن التفاعل عن طريق معرفةِ صيغة المُركّب الأيونيّ الناتج وذائبيّته في الماء. أنظرُ الجدول الآتي ، حيث يوضح قواعدَ عامّة لذائبيّة الأملاح:

الأملاح	الذائبيّة	الاستثناء
الصوديوم، والبوتاسيوم، والأمونيوم	ذائبة	بعضُ مركبات الليثيوم
النترات	ذائبة	---
الكبريتات	ذائبة	مركباتُ كلٍّ من: الرصاص، الفضة، الزئبق، الباريوم، الكالسيوم، السترونشيوم
الكلوريدات، البروميدات، الأيودات	ذائبة	مركبات الفضة وبعض مركبات الرصاص والزئبق
الكربونات، الفوسفات، الكرومات، الكبريتيدات، الهيدروكسيدات	أغلبها غير ذائبة	مركبات الصوديوم والبوتاسيوم، والأمونيوم

ومثال ذلك؛ خلطُ محلوليّ كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ونترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$، فهل يمكن توقُّع تكوُّن راسبٍ؟ تُوضّحُ المعادلة الآتية الأيوناتِ المتفاعلةَ في المحلول المائيّ:

$$2Na^{+}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} + Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^{-}{}_{(aq)} \rightarrow ?$$

يُلاحَظُ أن الأيونين الموجبين (أو السالبين) سيتبادلان مواقعهما؛ فتنتُج نترات الصوديوم وهي ملحٌ ذائبٌ كما هو مُوضّح في الجدول، في حين تتكوّنُ كربونات الباريوم وهي غيرُ ذائبةٍ، وبذلك يمكن كتابة المعادلة الأيونيّة النهائيّة كما يأتي:

$$CO_3^{2-}{}_{(aq)} + Ba^{2+}_{(aq} \rightleftharpoons BaCO_{3(s)}$$

الهدف: استقصاء تفاعل كيميائي ينتج منه راسب.

الموادُّ والأدواتُ:

كأسٌ زجاجية سعة 200 mL (عدد 3)، محلولُ كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$؛ تركيزُه 1M، محلولُ هيدروكسيدِ الصوديوم NaOH؛ تركيزُه 1M، مخبارٌ مدرّج سعة 100 mL عدد (2).

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أحذرُ عند التعامل مع الموادّ الكيميائيّة.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظارات الواقية والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** 10 mL من محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$؛ باستخدام المِخبار المُدرَّج، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ.
2. أنظّفُ المِخبارَ بالماء المُقطّر، ثم أُكرّر الخطوة (1) باستخدام محلولِ هيدروكسيدِ الصوديوم NaOH، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّة أُخرى.
3. **ألاحظُ**: أسكبُ محتويات الكأسين في الكأس الثالثة. وأُحرّكه بشكلٍ دائريٍّ بلطفٍ، وأُسجّل ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أصفُ** التغيُّر الذي يطرأُ على الخليط في الكأس الزجاجيّة.

.....

.....

.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيّة موزونةً للتّفاعُل الحاصل مُتضمِّنةً الحالةَ الفيزيائيّة لكلّ مادّةٍ.

.....

.....

.....

التجربةُ 2 تفاعُل التعادل

الخلفية العلمية:

تُعدُّ تفاعلاتُ التعادل نوعًا من أنواع تفاعُلات الإحلال المزدوج، وتفاعُل التعادل هو تفاعل محلول الحمض القوي مع محلول القاعدة القويّة، فيتكونُ محلولٌ من الملح والماء، ويكون المحلول متعادلًا، كما هو مُوضّحٌ في المعادلتين الآتيتين:

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

وفي تفاعُل الحمضِ مع القاعدة؛ فإنّ التفاعُل يحدث بين أيونات الهيدروجين H^+، وأيونات الهيدروكسيد OH^-، لتكوين الماء كما يأتي:

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

الهدف: استقصاء تفاعل التعادل.

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ حمضِ النيتريك HNO_3؛ تركيزُه 0.01 M، محلولُ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH؛ تركيزُه 0.01 M، ماءٌ مُقطَّر، كأسٌ زجاجية (عدد 3)، ساقٌ زجاجيّة، مخبار مدرّج، مقياسُ الرقم الهيدروجيني pH. (أو أوراق الكاشف العام).

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أحذرُ عند التعامل مع الموادّ الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المُختبر والنظارات الواقية والقفّازات.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** 10 mL من محلول حمض النيتريك HNO_3 باستخدام المِخبار المُدرّج، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ.
2. **أقيسُ:** أستخدمُ مقياس الرقم الهيدروجيني أو أوراق الكاشفِ العامّ لقياس قيمة pH للمحلول، وأسجّلُها.

.....

3. أُكرّرُ الخطوتين (1) و(2) لمحلولِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.

4. أخلطُ المحلولين في كأس زجاجيّةٍ ثالثةٍ، ثم أُحرّك بساقٍ زجاجيّةٍ مُدّة 2 min.

5. **أقيسُ**: أستخدمُ مقياسَ الرقم الهيدروجينيِّ أو أوراق الكاشف العامّ لقياسِ قيمة pH للخليطِ. وأُسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أقارنُ** بين قيم pH قبلَ خلطِ المحلولين وبعدهُ.

.....

.....

.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيّةً موزونةً للتّفاعُل.

.....

.....

.....

المادّةُ المُحدّدة للتفاعل

الخلفية العلمية:

عند خلط كميتين مختلفتين من مادتين أو أكثر؛ فإنهما تتفاعلان معًا حتى نفاد كمية إحداهما كُلّيًا؛ فيتوقّفُ التفاعل عندئذٍ، وتُسمّى هذه المادةُ المادّةَ المُحدّدة للتّفاعُل، في حين تُسمّى المادة الأُخرى المُتبقّية في وسط التفاعل مادةً فائضة. وللمادة المُحدّدة أهميةٌ في التحكُّم بالتفاعل، وكذلك في حساب كميّة مادة متفاعلة (فائضة).

الهدف: استنتاج المادة المحددة للتفاعل.

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزُه 0.1 M، كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، دورقٌ مخروطيّ، سحّاحة، مخبار مُدرّج، قطّارة مُدرجة، ميزان حساس.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أحذرُ عند التعامل مع المواد الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.

خطوات العمل:

1. أُركّبُ الجهازَ كما في الشكل.
2. **أقيسُ** 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك باستخدام المِخبار المُدرّج، وأضعُها في الدورق.
3. **أقيسُ** 30 g من كربونات الكالسيوم، وأضعها في الدورق المخروطيّ.
4. أُغلق فُوّهة الدورق بسدّادة من الفلّين كما في الشكل، وأُسجّل ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أستنتجُ** المادة المُحدّدة للتّفاعُل.

.....

.....

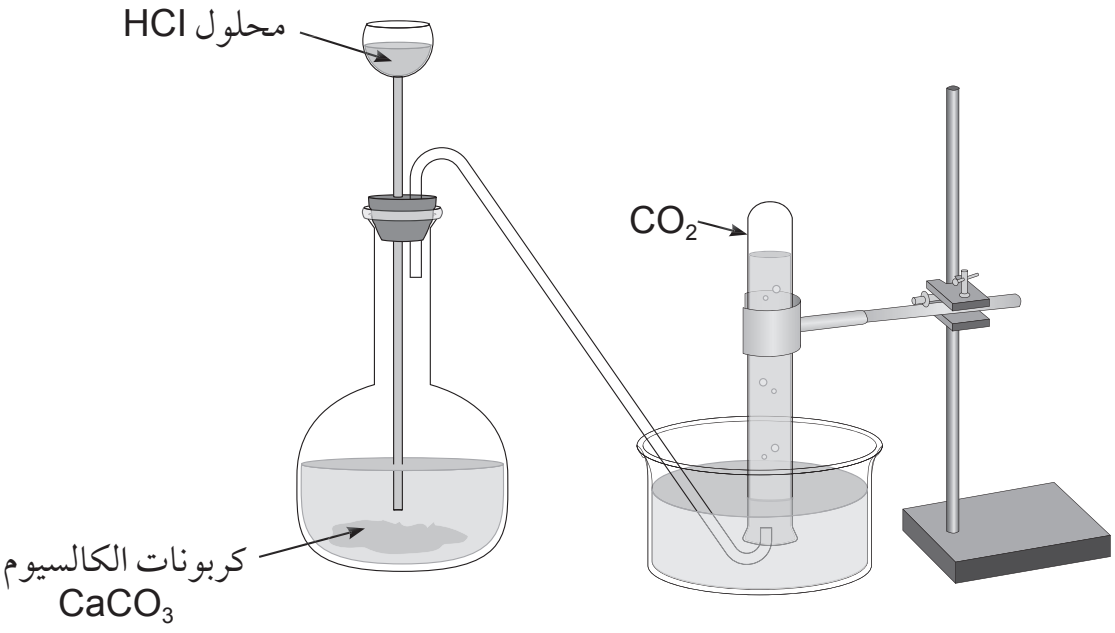
.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيةً موزونةً للتّفاعُل.

.....

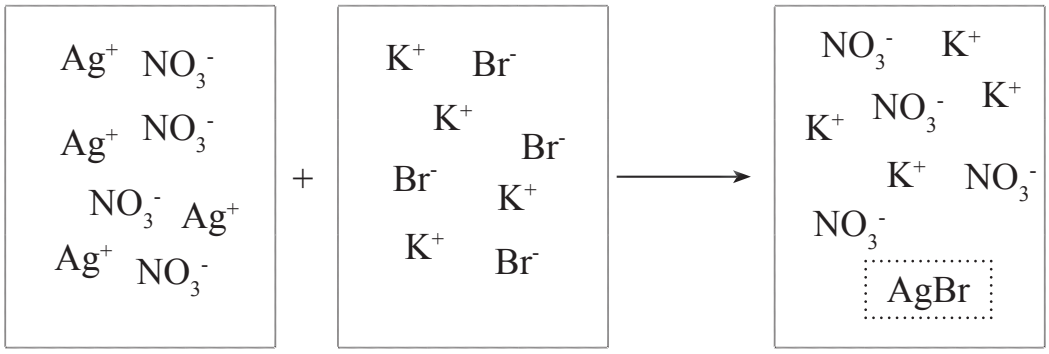
.....

.....



أسئلةُ تفكير

السؤال الأول: يُمثّل الشكل الآتي تفاعلًا كيميائيًّا لمحاليل مختلفة. أجيبُ عن الأسئلة التي تليه:



قبل التفاعل

بعد التفاعل

1. **أستنتجُ** المعادلةَ الكيميائيّةَ الموزونة لهذا التفاعُل.

.....

.....

2. **أتوقّعُ** اسمَ هذا النوع من التفاعُلات.

.....

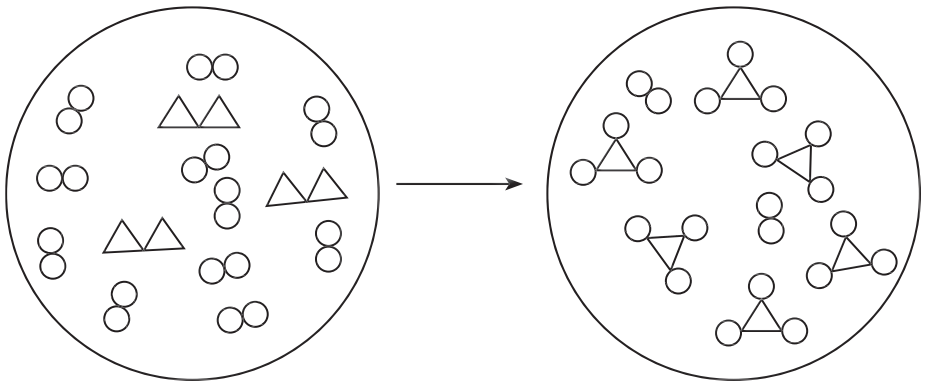
.....

3. أكتب معادلةً أيونيّةً نهائيّة للتّفاعُل.

.....

.....

السؤال الثاني: في الشكل الآتي تُمثّل المثلثات عنصر **X** والدوائر عنصر **Y** أجيبُ عن الأسئلة التي تليه:



قبل التفاعل　　بعد التفاعل

1. **أستنتجُ** المعادلةَ الكيميائيّةَ الموزونة لهذا التفاعُل.

.....

.....

2. **أستنتجُ** المادة المُحدّدة للتّفاعُل، والمادة الفائضة عنهُ.

.....

.....

تجربةٌ استهلاليةٌ

تسامي اليود

الخلفية العلمية:

تتحوّلُ المادةُ من الحالة الصّلبة إلى الحالة الغازيّة دون المرور بالحالة السائلة بعملية تُعرف بعملية التسامي Sublimation؛ وهي عمليّةٌ ماصّةٌ للحرارة، تحدثُ لعددٍ قليلٍ من المواد الصلبة، مثل الجليد، وثاني أكسيد الكربون، واليود، والزرنيخ، وغيرها، فمثلًا؛ عند تسخين بلّورات اليود في وعاءٍ مُغلقٍ فإنّهُ يتحوّل إلى الحالة الغازية مُباشرة، ويظهَر بخارُ اليود باللّون البنفسجي في الوعاء، وبمرور الوقت يبردُ بخار اليود ويترسّب على جدران الوعاء الموجود فيه على شكل بلّورات صلبة، في عملية تُسمّى عملية الترسُّب Precipitation، وهي عمليّةٌ تتحوّلُ فيها المادّةُ من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة -أيضًا- دون المرور بالحالة السائلة، ويحدثُ اتّزانٌ بين عملية التسامي وعملية الترسُّب، عندها تستقرُّ كميةُ بخار اليود وتثبت شدّةُ لونه في الوعاء.

الهدف: تعرُّف مفهوم الاتزان الديناميكي.

الموادُّ والأدواتُ:

بلّوراتٌ من اليود الصّلب، كأسٌ زجاجية سعة 200 mL، حوضٌ زجاجي، زجاجة ساعة، مِلعقة، ميزانٌ حساس، ماء ساخن، قطع من الجليد.

إرشادات السلامة:

- أُطبّقُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازاتِ.
- أُجري التجربةَ في خزانّة الأبخرة، وأتجنّبُ استنشاقَ أبخرة اليود.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** 10 g من اليود الصّلب باستخدام الميزان الحسّاس، وأضعها في الكاس الزجاجية.
2. أملأُ الحوض الزجاجيّ مقدار ثلُثِه ماءً ساخنًا (حمامٌ مائيّ ساخن).
3. أضعُ قطعًا من الجليد في زجاجة الساعة، وأضعُها على فُوّهة الكأسِ الزجاجية.
4. **ألاحظُ:** أضعُ الكأس المحتوية على اليود في الحمام المائي الساخن، وألاحظُ التغيُّر الذي يطرأ على

بلورات اليود بمرور الوقت، وأسجل ملاحظاتي.

.....

5. **ألاحظُ**: أنتظرُ مدةَ 10 min، وألاحظُ التغيُّر الذي يطرأُ على لون بخار اليود في الدورق، أُسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أوضّحُ التغيُّرات التي تطرأُ على بلوراتِ اليود الصّلب، وأسمِّي هذه العملية.

.....

.....

.....

2. أُحدّدُ لون بخار اليود المتصاعد.

.....

.....

.....

3. أوضّحُ التغيّرات التي طرأت على بخار اليود بمرور الوقت، وأسمِّي هذه العملية.

.....

.....

.....

4. **أفسّرُ** ثباتَ لون بخار اليود في الكأس الزجاجية.

.....

.....

.....

5. **أستنتجُ** العلاقةَ بين ما يحدث لبلورات اليود، وما يحدث لبُخارِه عند ثبات اللّون في الكأس الزجاجية.

.....

.....

.....

التجربةُ 1 أثرُ التركيز في موضع الاتّزان

الخلفية العلمية:

يتأثّر موضِع الاتّزان بتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة في وعاء التفاعل، فعند تغيير تركيز إحدى المواد في التفاعل؛ فإنه وفقًا لمبدأ لوتشاتلييه يعمل الاتّزان على تغيير موضعه للتقليل من أثر هذا التغيُّر، ويمكن التحكم في موضع الاتّزان عن طريق تغيير تراكيز المواد في وعاء التفاعل، وذلك بإضافة كمية من إحدى المواد الى وعاء التفاعل، أو سحب كمية من إحدى المواد من وعاء التفاعل. ولأتعرّف ذلك عمليًّا؛ يمكن دراسة تفاعل ثيوسينات الأمونيوم NH_4SCN، مع محلول كلوريد الحديد $FeCl_3$ الذي يحدث كما في المعادلة الآتية:

$$3NH_4SCN_{(aq)} + FeCl_{3\ (aq)} \rightleftharpoons 3NH_4Cl_{\ (aq)} + Fe(SCN)_{3(aq)}$$

بُنيٌّ مُحمرّ عديم اللون بُنيٌّ باهت عديم اللون

الهدف: استكشاف أثر تراكيز المواد في موضع الاتّزان.

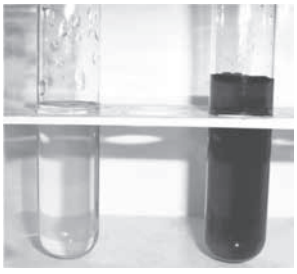
الموادُّ والأدواتُ:

محلول ثيوسينات الأمونيوم NH_4SCN، محلول كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$، محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl، أنابيب اختبار عدد (3)، ماصّة عدد (3)، حامل أنابيب.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.

خطوات العمل:



1. **أقيسُ:** أضعُ 3 mL من محلول ثيوسينات الأمونيوم في أنبوب اختبار.
2. **ألاحظُ:** أضيف ثلاثَ قطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب السابق، ثم أرجُّ المحلولَ وألاحظ لون المحلول الناتج. وأسجّلُ ملاحظاتي.

.....

3. **أُجرّبُ:** أنقلُ نصف كمية المحلول السابق إلى أنبوب اختبار آخر، وأضعُ الأنبوبين على حامل الأنابيب.

4. **ألاحظُ**: أضيفُ -باستخدام الماصّة- بضع قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم إلى أحد الأنبوبين وأرُجُّ المحلول، وألاحظُ التغيُّرَ الذي يطرأ على لون المحلول الناتج، وأسجّل ملاحظاتي.

.....

5. **ألاحظُ**: أضيفُ -باستخدام الماصّة- قطرتين من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب الآخر، وأرُجُّ المحلول، وألاحظ التغيُّر الذي يطرأُ على لون المحلول الناتج، وأسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحدّدُ لون المحلول الناتج من إضافة محلول كلوريد الحديد إلى محلول ثيوسينات الأمونيوم.

.....

2. أحدّدُ المادة التي أدت إلى تغيير لون المحلول عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الأول، وقطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب الثاني.

.....

.....

3. **أفسّرُ** أثر تغيير تراكيز المواد في موضع الاتّزان وفق مبدأ لوتشاتلييه.

.....

.....

4. **أستنتجُ** العلاقة بين تغيُّر لون المحلول وتراكيز المواد في وعاء التفاعل.

.....

.....

التجربةُ 2 أثرُ درجةِ الحرارة في الاتّزان

الخلفية العلمية:

يتأثرُ كلٌّ من ثابت الاتّزان وموضعه للتّفاعُل المُتّزن بتغيُّر درجة الحرارة، ويختلف هذا الأثر تبعًا لطبيعة التفاعل؛ إنْ كان ماصًّا للحرارة أم طاردًا لها، ولتسهيل دراسة أثر درجة الحرارة في موضع الاتّزان؛ يمكنُ معاملة الطاقة الحرارية المرافقة للتّفاعُل كمادة متفاعلة في التفاعل الماصِّ للحرارة، وكمادة ناتجة في التفاعل الطارد لها، ولاستقصاء أثر تغيير درجة الحرارة عمليًّا على موضع الاتّزان؛ سوف أدرسُ الاتّزان في خليطٍ من غازي ثنائي أكسيد النيتروجين ورباعي أكسيد ثنائي النيتروجين، حيث يُحضّر غاز ثنائي أكسيد النيتروجين من تفاعل النحاس مع محلول حمض النيتريك المُركّز HNO_3،كما في المعادلة:

$$Cu_{(s)} + 4HNO_{3(aq)} \rightleftharpoons Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

يتكاثفُ غاز ثنائي أكسيد النيتروجين، وينتُج غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4، ويرافقُ ذلك انبعاثُ طاقةٍ حراريّة في كما في المعادلة:

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} + 57kJ$$

يحتوي وعاء التفاعل على خليطٍ من غازي ثنائي أكسيد النيتروجين ورباعي أكسيد ثنائي النيتروجين، ويصلُ التفاعل إلى حالة الاتزان ويستقرُّ لون الغاز في وعاء التفاعل.

الهدف: استقصاء أثر درجة الحرارة في حالة الاتّزان.

الموادُّ والأدواتُ:

برادةُ النحاس، محلول حمض النيتريك HNO_3؛ تركيزه 0.1 M، دورقٌ مخروطيٌّ؛ سعته 500 mL عدد (3)، سدادة مطاطيّة عدد (3)، حوضٌ زجاجيّ عدد (2)، ماء ساخن، قطع من الجليد.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.
- أحذرُ عند التعامل مع حمض النيتريك.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ**: أضعُ 50 mL من محلول حمض النيتريك في كلّ دورقٍ مخروطيّ.
2. **ألاحظُ**: أحضرُ الدوارق المخروطية الثلاثة وأُرقّمُها، ثم أضعُ في كلّ منها 1g من برادة النحاس وأغلقُها بإحكام، وألاحظ لون الغاز المُتكوّن في كلٍّ منها.
3. **أضبطُ المتغيرات**: أُحضّر الحوضين الزجاجيين، وأضع في أحدهما إلى منتصفه ماءً ساخنًا، وفي الآخر ماءً وجليدًا.
4. **أجرّبُ**: أتركُ الدورقَ رقم (1) جانبًا، ثم أضعُ الدورقَ (2) في الحوض المحتوي على الماء الساخن، والدورقَ (3) في حوض الماء البارد.
5. **أُقارنُ**: أنتظرُ 2 min، ثمّ أقارنُ لون الغاز في الدورقين (2,3) بلون الغاز في الدورق (1)، أُسجّل لون الغاز في كلّ دورق.

ماء بارد — ماء عند درجة حرارة الغرفة — ماء ساخن

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أستنتجُ** أثر زيادة درجة الحرارة على تراكيز كلٍّ من الغازين في الدورق.

.....

.....

2. **أُفسّر** تغيُّرَ لون الغاز في الدورق الموضوع في الماء الساخن، والآخر في الماء البارد مُقارنةً بالدورق رقم (1).

.....

.....

3. **أُفسّرُ** أثر درجة الحرارة في كلٍّ من التفاعُلين الأماميّ والعكسيّ.

.....

.....

4. **أستنتجُ** أثر درجة الحرارة في الاتّزان للتّفاعُل الماصِّ للحرارة والتفاعل الطارد لها.

.....

.....

تغيير موضع الاتزان

الخلفية العلمية:

يُستخدم محلولُ كلوريد الكوبلت المائي $Co(H_2O)_6Cl_2$، في صناعة الحبر السريّ، وذلك لأنّ لون المحلول زهريٌّ باهتٌ، وعند تعريضه للحرارة؛ فإنه يتحوّل إلى كلوريد الكوبلت اللامائيّ ذي اللّون الأزرق، والمعادلة الآتية توضح ذلك:

$$[Co(H_2O)_6]^{2+} + 4Cl^- \rightarrow [Co(Cl)_4]^{2-} + 6H_2O$$

زهري أزرق

يمكنُ التأثير على موضع اتّزان التفاعل، وتغيير لون المحلول بسحب إحدى المواد من التفاعل، أو إضافة مادة إليه، أو تسخين المحلول أو تبريدِه.

الهدف: استكشاف موضِع الاتّزان لتفاعل كلوريد الكوبلت المائي.

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ كلوريد الكوبلت المائي $Co(H_2O)_6Cl_2$؛ تركيزُه 0.1M، محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزُه 0.1M، محلول نترات الفضة $AgNO_3$؛ تركيزه 0.1M، ماء مُقطّر، أنابيب اختبار عدد (3)، حامل أنابيب، كأسٌ زجاجية عدد (2)، مخبارٌ مخبار مدرج.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.
- أحذرُ عند التعامل مع محلول كلوريد الكوبلت ومحلول حِمْض الهيدروكلوريك.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ:** أضعُ 2 mL من محلول كلوريد الأمونيوم المائيّ في أنبوب اختبار، وأرقّمُه بالرقم (1)، وأُسجّل لون المحلول.

.....

2. **ألاحظُ:** أضيفُ 2 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك إلى المحلول في أنبوب الاختبار رقم (1). وأُلاحظُ لون المحلول الناتج وأُسجّله.

.....

3. **ألاحظُ**: أضيفُ 2 mL من الماء إلى المحلول في أنبوب الاختبار رقم (1). وألاحظُ لون المحلول الناتج وأسجله.

.....

4. أضعُ ثلثَ كميّة المحلول الموجود في الأنبوب رقم (1) في أنبوب الاختبار رقم (2)، وأضع نصفَ الكميّة المُتبقية في الأنبوب رقم (3)، وأضعُ الأنابيب الثلاثة على حامل الأنابيب.

5. **أجرّبُ**: أضيفُ قطراتٍ من محلول نترات الفضة إلى الأنبوب رقم (1)، وأُسجّل التغيُّر الذي طرأ على لون المحلول.

.....

6. **أضبطُ المتغيّرات**: أُجهّزُ كأسين زجاجيتين، أضعُ في إحداهما ماءً ساخنًا درجةُ حرارته 70°C، وفي الأُخرى ماءً باردًا درجةُ حراته 5°C.

7. **أجرّبُ**: أضعُ الأنبوب (2) في كأس الماء الساخن، والأنبوب (3) في كأس الماء البارد، وأُسجّلُ لونَ المحلولِ في كلّ أنبوب.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أوضّحُ أثر إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك في تراكيز الأيونات في المحلول وموضع الاتّزان.

.....

2. **أتوقّعُ** موضعَ الاتّزان الناتج عن إضافة الماء إلى المحلول.

.....

3. **أفسّرُ** التغير في لون المحلول نتيجةَ إضافة نترات الفَضّة إلى المحلول.

.....

4. **أقارنُ** موضع الاتّزان في المحلول الساخن والمحلول البارد.

.....

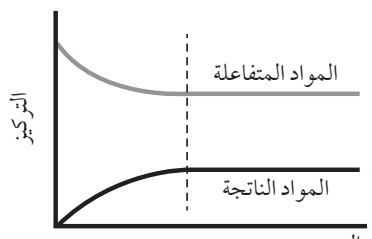
5. **أستنتجُ** نوع التفاعُل؛ إذا كان ماصًّا للحرارةِ أم طاردًا لها.

.....

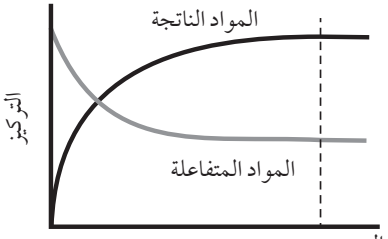
أسئلةُ تفكير

السؤال الأول:

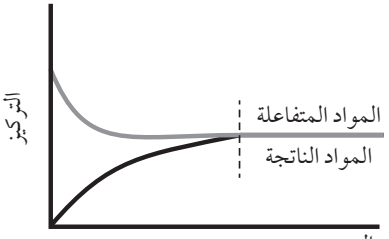
أَجرى مجموعةٌ من الطلبة تجارب لدراسة موضع الاتّزان لثلاثة تفاعُلاتٍ، تُعبّرُ المنحنيات الثلاثة الآتية عن النتائج التي جرى التوصل إليها، أدرسُ هذه المنحنيات، ثمّ أجيبُ عن الأسئلة التي تليها:



التفاعل (1)



التفاعل (2)



التفاعل (3)

1. **أتوقّعُ** الجهة التي يُزاح نحوها الاتّزان لكلٍّ من التفاعلين (2,1).

.....

.....

2. **أتنبّأُ** بقِيمٍ تقريبيّةٍ لثابت الاتّزان لكلٍّ من التفاعُلات الثلاثة؛ مُدعّمًا تنبُّؤاتي بالبراهين.

.....

.....

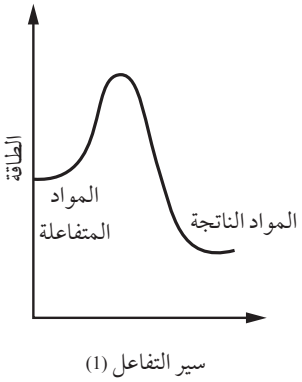
3. **أقترحُ** بعضَ الإجراءات لزيادة كمية المواد الناتجة في التفاعل (2).

.....

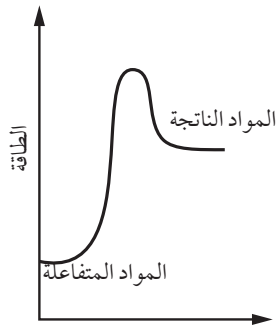
.....

السؤال الثاني:

أقارنُ: المُنحنيان المُجاوران يُمثّلان تغيُّرات الطاقة لتفاعلين مختلفين، أدرسُهما وأقارن -وفقًا لمبدأ لوتشاتلييه- أثر زيادة درجة الحرارة في المردود المئويّ لكلٍّ من التفاعلين.



سير التفاعل (1)

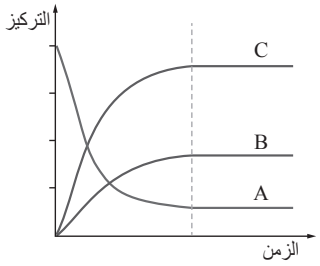


سير التفاعل (2)

.....

.....

السؤال الثالث:



يبيّنُ الشكلُ المجاور مُنحَنياتٍ تغيُّر تراكيز الموادّ في تفاعل ما، حتى وصوله إلى حالة الاتّزان، أدرسُ المنحنياتِ ثم أجيبُ عن الأسئلة الآتية:

1. **أصنّفُ** التفاعلَ (اتّحادٌ، تحلُّلٌ، إحلالٌ)، وأدعمُ إجابتي باستخدام البيانات في المُنحنى البيانيِّ.

.....

2. **أصفُ** تغيُّر تراكيزِ الموادّ من بداية التفاعل حتى وصول التفاعل إلى حالة الاتّزان.

.....

3. **أفسّرُ**: بعد بدء التفاعُل لا تصبح تراكيز أيٍّ من المواد في التفاعل تساوي صفرًا.

.....

4. أكتبُ تعبيرَ ثابتِ الاتّزان للتّفاعُل؛ بناءً على فرضيّةٍ مفادُها أن الموادّ جميعَها في الحالة الغازية.

.....

تجربةٌ استهلاليّة

بناءُ المُركّباتِ الهيدروكربونيّة

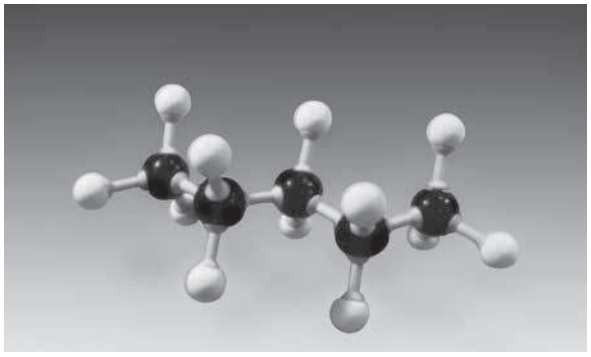
الخلفية العلمية:

تتكونُ المُركّبات الهيدروكربونيّة من الكربون والهيدروجين فقط، والمصدرُ الأساسيّ للحصول عليها هو النفط. وبسبب قدرة ذرة الكربون على عمل أربع روابط مع نفسها أو مع الهيدروجين؛ فإنها تُكوّنُ جزيئاتٍ كثيرةً من المُركّبات الهيدروكربونية تختلف في أشكالها، فقد تكونُ على صورة سلاسلَ مُستمرّةٍ من ذرّات الكربون أو سلاسل مُتفرّعةٍ أو حلقات.

الهدف: استقصاء الأشكال البنائية للمركبات الهيدروكربونية.

الموادُّ والأدواتُ:

مجموعةُ نماذجِ الذرات (الكراتُ والوصلات).



إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي المعطفَ والنظارات الواقية والقفازات.

خطوات العمل:

1. أختارُ (4) كُراتٍ تحتوي كلّ منها على (4) ثقوبٍ تُمثّل ذرات الكربون.
2. **أُجرّبُ:** أستخدمُ الوصلاتِ في توصيل الكرات الخمس.
3. **أُطبّقُ:** أختارُ عددًا من الكرات متشابهةِ اللّون التي تحتوي على ثقب واحد تُمثّل ذراتِ الهيدروجين، وأصِلُها مع ذرات الكربون، وأرسم الشكل الناتج، وأكتبُ صيغته الجُزيئيّة.

.....

4. **أُصمّم** نموذجًا آخر باستخدام (4) كرات تُمثّل ذرّات الكربون؛ أصِلُها معًا في سلسلة. أمّا الكُرة الخامسةُ فأصِلُها مع إحدى كرتَيْ ذرتي الكربون الموجودة في الوسط، ثم أصِلُ كرات الكربون جميعها بكرات الهيدروجين. وأرسمُ الشكل الناتج وأكتبُ صيغته الجُزيئيّة.

.....

5. **أُصمّمُ** نموذجًا أصِلُ به (3) كُراتٍ تُمثّل ذرات الكربون في سلسلة، ثم أصِلُ الكرتين المتبقّيتينِ مع ذرة الكربون التي تقَعُ في الوسط، وبعد ذلكَ أصِلُ الكرات التي تُمثّل ذرات الكربون جميعها مع الهيدروجين. وأرسم الشكل الناتج وأكتبُ صيغته الجُزيئيّة.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أقارنُ** بين الصيغ الجُزيئيّة للمُركّبات الثلاثة السابقة من حيث عدد ذرات الكربون.

.....

.....

.....

2. **أستنتجُ** العلاقةَ بينَ عدد ذرات الكربون وعدد ذرات الهيدروجين.

.....

.....

.....

التجربةُ 1 تحضيرُ غاز الميثان في المختبر

الخلفية العلمية:

يعدُّ غاز الميثان من أشهر الألكانات التي يستخدمها الانسان، بوصفه مصدرًا للطاقة أو لتحضير مُركّباتٍ كيميائية أُخرى، ويُطلَق على غاز الميثان الغاز الحيوي أو غاز المستنقعات؛ لأنه ينتُج من تحلُّل المواد العُضويّة بوساطة البكتيريا اللاهوائية، والمعادلة الآتية تُمثِّل تفاعُلَ تحضيرِ الميثانِ في المختبر؛ حيثُ يتفاعلُ إيثانوات الصوديوم CH_3COONa، الصّلب مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH، ويُضاف إليهما أُكسيد الكالسيوم CaO، الذي يُعدُّ عاملًا مساعدًا يعمل على تقليل درجة الانصهار، ويحدث ذلك بوجود الحرارة.

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\text{حرارة}]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

الهدف: تحضير غاز الميثان في المختبر.

الموادُّ والأدواتُ:

إيثانوات الصوديوم اللامائيّةُ الجافّة CH_3COONa، هيدروكسيد الصوديوم NaOH الصّلب، أكسيد الكالسيوم CaO، سدّادةٌ مطّاطيّةٌ مثقوبةٌ من المنتصف، أنبوبُ اختبار، أنبوب زجاجيٌّ، لهب بنسن، حاملٌ فلزيّ، ميزان، ملعقة، ورق نشاف، ماء، كأس زجاجية طويلة، حوض زجاجي.

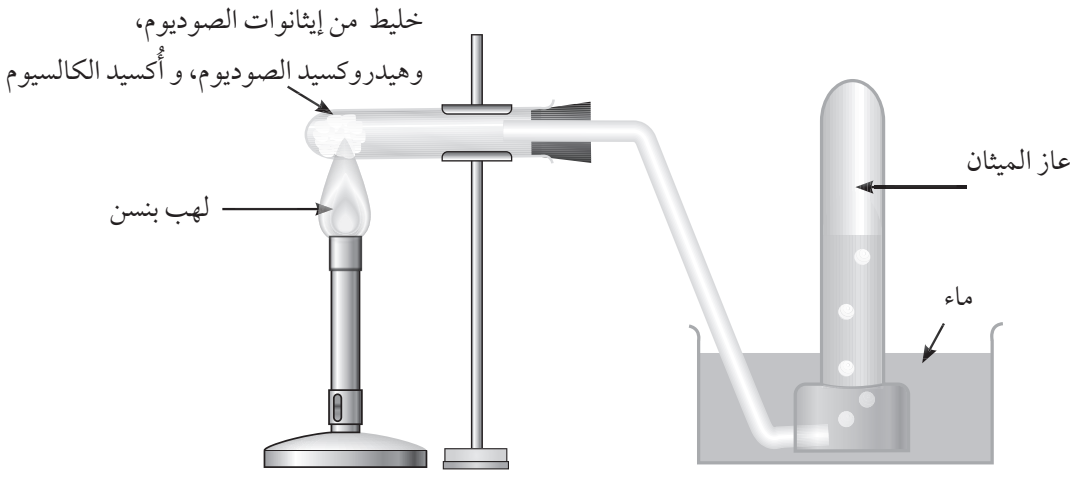
إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي المعطف والنظارات الواقية والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ:** أضعُ ورقة نشاف على الميزان؛ ثم أزن 10 g من إيثانوات الصوديوم اللامائية الجافّة، وأضعُ هذه الكمية في أنبوب الاختبار.
2. **أُطبّقُ:** أُكرّرُ العملية نفسها لقياس 10 g من هيدروكسيد الصوديوم الصلب، و 10 g من أُكسيد الكالسيوم، وأضيفُهما إلى إيثانوات الصوديوم في الأنبوب.

3. أُركّبُ الجهـــاز كما هو مُوضّح في الشكل؛ بـــحيث يكـــون طـــرف الأنبوب الزجاجي مغمـــورًا في المـــاء تحت الكأس الزجاجية الطويلة المملوءة إلى ثلثيها بالماء.



4. **ألاحظُ**: أشعـــلُ لهب بنسن تـــحت أُنبـوب الاختبار كما في الشكـــل مع تـــحريك اللّهب على طول أُنبوب الاختبار لتوزيع الحرارة على الخليط كُلّه. وألاحظُ ظهور فقاعاتٍ غازية في الكأس الزجاجية، وأُسجّلُ ملاحظاتي.

.....

5. **ألاحظُ** تغيُّرَ مستوى الماء داخل الكأس الزجاجية الطويلة، وأُسجّل ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أُفسّرُ** تغيُّرَ مستوى الماء في الكأس الزجاجية الطويلة.

.....

.....

2. **أتوقّعُ** نوع الغاز الناتج من التفاعُل.

.....

.....

التجربة 2 أكسدة الألكينات باستخدام محلول بيرمنغنات البوتاسيوم

الخلفيّةُ العلميّة:

تُوصَف عمليّة زيادة ذرات الأكسجين في المركب العضوي بالأكسدة، وتتأكسد المُركّبات العُضويّة باستخدام عوامل مساعدة كثيرة منها محلول البيرمنغنات الذي يُؤكسد الألكينات.

الهدف: استقصاء تفاعُل أكسدة الألكينات.

الموادُّ والأدواتُ:

هكسان، 2- هكسين، أنبوب اختبار عدد (2)، ماصّة، قطارة، محلول بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$؛ تركيزُه 0.5 %، محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات الأمن والسلامة في المختبر.
- أرتدي المعطف والقفازات والنظارات الواقية.
- أحذرُ أن يلامس محلول البيرمنغنات يديّ أو ثيابي، وفي حالة حدوث ذلك أغسل يديّ بالماء.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** 1mL من الماء المقطر باستخدام الماصة؛ وأضعُها في أنبوب الاختبار وأُرقّمهُ (1).
2. أضيفُ 5-7 نقاط من الهكسان باستخدام القطارة إلى الماء في الأنبوب رقم (1).
3. **ألاحظُ:** أُضيف 5 قطرات من كل من محلول بيرمنغنات البوتاسيوم ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم إلى الأنبوب (1)، وأستمرُّ في الرجِّ مُدّة 1 min، وأسجل ملاحظاتي.

.....

4. **أُطبّق:** أُكرّرُ الخطوات (1 – 3) باستخدام 2- هكسين في الأنبوب الثاني وأُرقّمه (2)، وأُسجّل ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحدّدُ الأنبوبَ الذي يتكون فيه الراسبُ البُنيُ المُحمرّ.

.....

2. **أُفسّرُ** اختفاءَ اللون البنفسجي وتكوين الراسب البُنيِّ المُحمرِّ.

.....

تحضير الإيثاين في المُختبر

الخلفية العلمية:

يُستخدم الإيثاين في لحام الفلزّات وإصلاح هياكل السيارات؛ لأنّ احتراقه يُنتِج كميّةً كبيرةً من الطاقة، حيث تبلغ درجة حرارة اللهب حوالي $3330\,^{\circ}C$؛ إذ تكفي لقصّ القطع المصنوعة من الفلزّات ولحام أجزائها معًا، كما أنّهُ يدخلُ في صناعات كيميائية عدّةٍ مثل صناعة البلاستيك.

الهدف: استقصاء تحضير غاز الإيثاين.

الموادُّ والأدواتُ:

ماءٌ مقطّرٌ، كربيد الكالسيوم CaC_2، مَلقط، ساق تحريك، كأس زجاجية سعة 150 mL، مخبار مُدرّج، سائل تنظيف الصحون، مسطرة طولها 30 cm، قطعة مطّاط، عود شواء خشبي، ولّاعة أو لهب بنسن.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ الأمن والسلامة في المختبر.
- أرتدي المعطفَ والقفازات والنظارات الواقية.
- أحذر أن يلامس كربيد الكالسيوم يديّ وثيابي، وفي حالة حدوث ذلك أغسل يديّ بالماء جيدًا.

خطوات العمل:

1. أستخدمُ قطعة المطاط في تثبيت عود الشواء الخشبي على المسطرة، بحيث يمتدُّ جزء منه خارج المسطرة مسافة 10 cm على الأقلّ.
2. **أقيسُ** 120 mL من الماء المقطر بالمخبار المُدرّج وأضعُها في الكاس الزجاجية، ثم أقيسُ 5 mL من سائل تنظيف الصحون بالمخبار نفسِهِ، وأُضيفها إلى الماء في الكأس الزجاجيّة.
3. **أُطبّقُ:** أستخدمُ المِلقط لأخذ قطعة صغيرة من كربيد الكالسيوم لا يزيد حجمُها على حبة البازلّاء، وأضعُها في المحلول الذي حضّرتهُ في الكأس الزجاجية.
4. أستخدمُ الولّاعة أو لهب بنسن في إشعال عود الشواء؛ مُمسكًا المسطرةَ من طرفها المقابل.

5. **أُلاحظُ**: أُقرّبُ عود الشواء المشتعل من الفُقّاعاتِ الناتجة من التفاعل الحاصل في الكأس، وأُلاحظ ماذا يحدث، ثم أُطفِئُ عود الشواء.

6. أستخدمُ ساق التحريك في تحريك المحلول في الكأس، وأُلاحظ هل تطفو الفُقّاعاتُ في الهواء أم تغرق في الكاس.

التحليلُ والاستنتاج:

1. هل انطفأَ عودُ الشواء أم زاد اشتعالُه عند تقريبه من الكأس؟

.....

.....

2. **أُوازنُ** معادلةَ التفاعُل الحاصل.

$$CaC_2 + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

.....

.....

3. **أستنتجُ**: أيُّهما أعلى كثافة: الإيثاين أم الماء؟ أُفسّرُ إجابتي.

.....

.....

أسئلةُ تفكير

1. **أذكرُ أسماء المُركّبات العُضويّة غير الصحيحة، ثمّ أُصحّحُها في ما يأتي:**

أ) 2-إيثيل-2-بيوتين

.....

ب) 2-ميثيل-4-بنتين

.....

2. **أُفسّرُ** قدرةُ الألكانات السائلة مثل الأوكتان على إذابة الشحوم أو المواد الدُّهنيّة على العكس من الماء.

.....

3. **أستنتجُ** عبارةً تُفسّر العلاقة بين عدد ذرات الكربون ودرجة غليان الألكانات.

.....

4. عند وضعِ 50 mL من الماء في كأسٍ زجاجيّةٍ سعة 150 mL، ثمّ وُضِعَ 50 mL من الهكسان فوقَها، ثم أُسقطَ في الكأس قرصٌ بلاستيكيٌّ، كما في الشكلِ المجاورِ؛ فإنَّ العبارة الصحيحة هي:

أ) كثافةُ القرص أكبرُ من كثافة الماء.

ب) كثافةُ القرص أقلّ من كثافة الهكسان.

جـ) كثافةُ الماء أقلّ من كثافة القرص.

د) كثافةُ الهكسان أقلُّ من كثافة الماء.

5. **أُفسّرُ**: أيُّ الصيغ الآتية تُمثّل متصاوغاتٍ بنائيةٍ، أُفسّر إجابتي:

أ) 4-إيثيل-4-ميثيل هبتان و 4- بروبيل هبتان

.....

.....

ب) 2-ميثيل بنتان و2،2-ثنائي ميثيل بنتان

.....

.....

6. في أثناء العمل في مختبر العلوم في المدرسة؛ لوحظ أنّ هناك عبوتين لمادتين عُضويّتين هما الهبتان و2- هبتين؛ قد سقطت الأوراق الدالة على مُحتويات كُلٍّ منهما، ولم يعد مُمكِنًا تحديدُ محتوياتِ كلِّ عبوة عن طريق دراسة تفاعلات المُركّبات العضوية؛ كيف يمكن تعرُّف محتويات كل عبوة وإعادة لصق كل ورقة تدلُّ على محتويات العبوة الخاصة بها؟

7. **أُفكّرُ**: ألكانٌ كتلتهُ المولية 44 g/mol؛ فما الصيغةَ الجُزيئيّة والبنائية له؟

.....

.....

8. **أُفسّرُ** فشلَ نظرية القوة الحيوية.

.....

.....

9. **أحسبُ** النسبة بين عدد الروابط π إلى عدد الروابط σ في مُركّب البنزين.

.....

.....

تجربة استهلالية

التصاوغُ الوظيفي

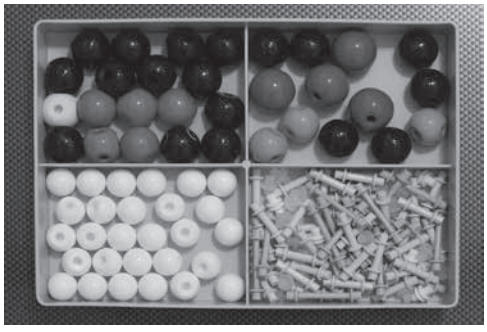
الخلفية العلمية:

يُعرَّف التصاوغ بأنّه وجودُ مركبين أو أكثر يشتركان في الصيغة الجُزيئيّة ويختلفان في الصيغة البنائِيّة، وتُسمّى الصيغُ البنائية الناتجة متصاوغاتٍ. وتُعدُّ ظاهرة التصاوُغ مألوفةً في المُركّبات العضوية. وللتّصاوغ أنواعٌ عدّةٌ منها البنائيُّ والهندسيُّ، ويظهر في مُشتقات المُركّبات الهيدروكربونيّة نوعٌ آخر من التصاوغ يُسمّى التصاوغ الوظيفي، ويحدث عندما يتشابه المركبان في الصيغة الجزيئية ويختلفان في المجموعة الوظيفية، فمثلًا؛ تشتركُ الكحولات والإيثرات في الصيغة العامة $C_nH_{2n+2}O$، ولكنهما يختلفان في المجموعة الوظيفية فهي مجموعة هيدروكسيل (-OH)، في الكحول ROH، ومجموعة إيثر (-O-) في الإيثرات R–O–R، ومن ثَمَّ اختلاف الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكلٍّ منها.

الهدف: استكشاف متصاوغاتِ الصيغة الجُزيئيّة $C_4H_{10}O$.

الموادُّ والأدواتُ:

مجموعة نماذج الذرات (الكرات والوصلات).

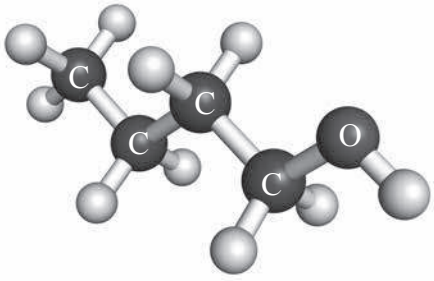


إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. أختارُ (4) كراتٍ يحوي كل منها (4) ثقوبٍ تُمثّل ذرات الكربون، وكرةً واحدةً تحتوي على ثقبين تُمثّل ذرة الأكسجين، و(10) كُراتٍ تحوي كل منها ثقبًا واحدًا تُمثّل ذرات الهيدروجين.
2. **أُجرّبُ:** أصلُ الكرات معًا بالوصلات بطرائق مختلفة؛ بحيث أحصلُ على أكبر عدد من المتصاوغات للصيغة الجُزيئيّة $C_4H_{10}O$. والشكل المجاور يُمثّل أحد هذه المتصاوغات:



3. **أرسم** صيغًا بنائيةً للمتصاوغات التي حصلتُ عليها.

.....

.....

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحدّدُ عددَ المتصاوغات التي حصلت عليها.

.....

.....

2. **أصنّفُ** المتصاوغات حسب ارتباط ذرة الأكسجين مع باقي الذرات.

.....

.....

.....

3. **أتوقّعُ** المتصاوغاتِ المتشابهةَ في خصائصها الفيزيائية والكيميائية. أُبرّر توقُّعي.

.....

.....

التجربةُ 1

اختبارُ ذوبانِ بعض المُركّبات العضويّة في الماء

الخلفية العلمية:

تتميزُ المُركّبات الهيدروكربونية بأنّها مركباتٌ غيرُ قطبيّةٍ لا تذوب في الماء، ولكن لاحتواء مُركّبات المشتقات الهيدروكربونية ذرّةً أو أكثر من الأكسجين، أو النيتروجين، أو الهالوجين، وهي ذراتٌ ذات سالبيّةٍ كهربائيّةٍ عاليةٍ بشكل عامٍّ؛ فإنها تُكسِب هذه المُركّبات خصائص قطبيّة، لذا فإنّها تختلفُ في خصائصها الفيزيائية ومنها ذوبانها في الماء، وتتفاوت المُشتقّات الهيدروكربونية في قابليتها للذّوبان في الماء اعتمادًا على المجموعة الوظيفيّة في المُركّب، وكتلته المولية، وشكله البنائي؛ فالمجموعات الوظيفية التي تُكوّن روابطَ هيدروجينيّةٍ مع الماء تذوب فيه بنسبةٍ أكبر، ولأنّ هذه المُركّبات تتكون من طرفين؛ قطبيٍّ وهو الذي يحتوي على المجموعة الوظيفية، وغيرِ قطبيٍّ يُمثّلُ السلسلة الكربونية **R** للمركب، فإنّ ذائبيّةَ المُركّب في الماء تقلُّ بزيادة عددِ ذرات الكربون فيه، ومن ثَم؛ فإنّ الذائبيّةَ في الماء لمركبات المشتقات الهيدروكربونية ناتجةٌ عن عملية موازنة بين الجزء القطبي الّذي يُكوّن روابطَ هيدروجينيّةٍ مع الماء والجزء غير القطبي الذي لا يذوب فيه.

ملاحظة: عند تسجيل البيانات الخاصة بالذائبيّة تُصنّف المركبات كالآتي:

المواد تكون ذائبة أو ذائبة جزئيًّا أو غير ذائبة، فإذا امتزجت المادة مع الماء تُصنّف ذائبة، وإذا تكونت طبقتان منفصلتان وكانتا غير متساويتين في الحجم تُصنّف ذائبة جزئيًّا، وإذا تكونت طبقتان منفصلتان متساويتان في الحجم تُصنّف غير ذائبة.

الهدف: استكشاف ذوبان بعض المُركّبات العضوية في الماء.

الموادُّ والأدواتُ:

المُركّبات العضويّة الآتية: كحول الإيثانول C_2H_5OH، ثنائي إيثيل إيثر C_2H_5، 1-هكسانول $C_6H_{14}OH$، إيثانال CH_3CHO، أسيتون $(CH_3)_2CO$)، حمض الإيثانويك CH_3COOH، بروميد الإيثيل C_2H_5Br، ماء مُقطّر.

أنابيب اختبار عدد (7)؛ وأُرقّمها بحيث تشير الأرقام إلى المُركّبات العضوية المستخدمة بالترتيب، قطّارةٌ مُدرّجة، حامل أنابيب اختبار.

إرشادات السلامة:

- أتبّعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ و القفازاتِ والكمامة.
- أُبْعدُ المُركّبات العضوية عن مصدر اللهب.
- أحذرُ منَ استنشاق الموادّ العضويّة بشكل مباشر عن طريق الأنف.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** (1 mL) منَ الماءِ المُقطّر باستخدام القطارة وأضعُها في أنبوب الاختبار رقم (1).
2. **أقيسُ** (1 mL) من كحول الإيثانول باستخدام القطارة، وأضيفها إلى الماء في أنبوب الاختبار رقم (1) قطرةً بعد قطرة، وأطرقُ بطرف السبابة على الجُزء السفلي من الأنبوب بهدف التحريك.
3. **ألاحظُ**: هل يمتزجُ كحول الإيثانول مع الماء، أم تتكوّنُ طبقتان منفصلتان؟ وإذا تكوّنتا؛ فهل هما متساويتان في الحجم أم لا؟

.....

.....

4. **أُسجّلُ بياناتي** في جدول البيانات: يمتزجُ كلّيًّا، يمتزجُ جُزئيًّا، لا يمتزج.
5. أُكرّر الخطوات السابقة باستخدام المُركّبات العضوية المتبقية وأسجّلُ ملاحظاتي.

.....

.....

6. **أُنظّم البيانات:** أُسجِّلُ ملاحظاتي حولَ ذوبان كلّ مُركّب في الجدول الآتي:

المُركّبُ العضويّ	الحالةُ يمتزجُ كلّيًّا، يمتزجُ جزئيًّا، لا يمتزج	صفةُ الذوبان في الماء ذائبٌ، ذائبٌ جزئيًّا، لا يذوب
إيثانول		
ثنائي إيثيل إيثر		
1-هكسانول		
إيثانال		
أسيتون		
حمض الإيثانويك		
بروميد الإيثيل		

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أُصنّفُ** المُركّبات العضوية حسب ذوبانها في الماء.

.....

.....

2. **أُميّزُ** نوعَ قوى التجاذُب بين جُزيئات كُلّ مُركّب.

.....

.....

3. **أستنتجُ** العلاقةَ بين نوع قوى التجاذب بينَ جُزيئات السائل وذوبانه في الماء.

.....

.....

4. **أستنتجُ** العلاقةَ بين عدد ذرات الكربون في المُركّب وذوبانه في الماء.

.....

.....

5. **أُفسّرُ:** يذوب الإيثانول تمامًا في الماء، في حين لا يذوب 1- هكسانول تمامًا فيه.

.....

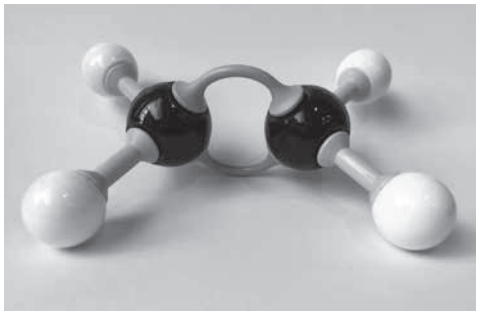
.....

التجربة 2 بناءُ نموذجٍ لمُبلمرٍ متُعدِّد الإيثين

الخلفية العلمية:

تُعرّفُ المبلمرات بأنّها جزيئاتٌ ضخمةٌ ناتجةٌ من تفاعلِ عددٍ كبيرٍ من جزيئاتٍ صغيرةٍ تُسمّى مونومراتٍ ضمنَ ظروفٍ مُناسبةٍ من: الضغطِ، ودرجةِ الحرارة، ووجود عوامل مساعدة، وقد تمكّن العلماءُ من تحضيرِ أوّلِ مُبلمرٍ صناعيّ متعدد الإيثين عن طريق تفاعُلِ إضافةٍ بين جزيئات الإيثين $CH_2=CH_2$، تحتَ ضغطٍ كبير بوجودِ عامل مُساعد مُناسب، ممّا يُؤدّي إلى كسر الرابطة π بين ذرّتي الكربون في الإيثين، وتترابطُ الجزيئاتُ معًا مُكوّنةً سلسلةً طويلة من المُبلمر، وتُسمّى هذه العمليّةُ بلمرة الإضافة.

الهدف: بناء نموذج لمُبلمرٍ مُتعدّد الإيثين.



المواد والأدوات:

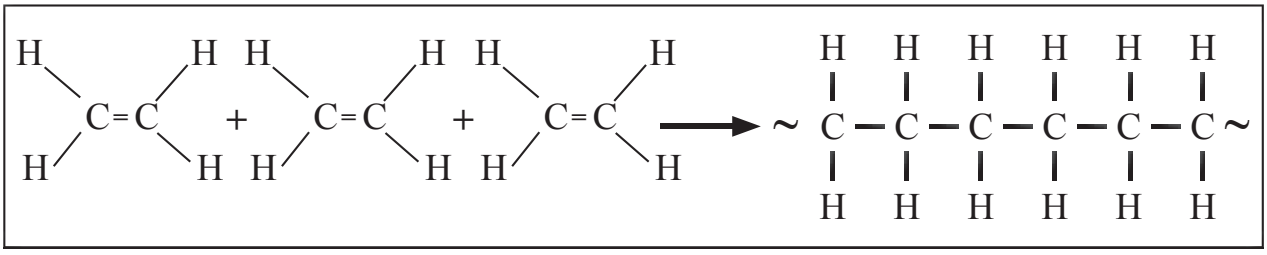
مجموعة نماذِج الذرات (الكرات والوصلات).

إرشادات السلامة:

- أتبّعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازاتِ والكمامة.

خطوات العمل:

1. **أُجرِّب:** أصمم 3 نماذج لجزيء الإيثين C_2H_4، مستخدمًا الكرات والوصلات كما في الشكل.
2. **أُجرِّب:** أفكُّ الرابطة الثنائية في كلّ نموذج، وأربط إحدى ذرتَيْ كربون من كل نموذج مع ذرة كربون من نموذجٍ آخر.
3. **ألاحظُ:** تكونت لديّ سلسلة من 6 ذرات كربون تمثل جزءًا من مُبلمرٍ متعدد الإيثين كما في الشكل الآتي:



بِناء نموذج لمُبلمر مُتعدّد الإيثين

التحليلُ والاستنتاج:

1. **ألاحظُ**: هل اكتمل عدد الروابط حول ذرتي الكربون في طرفي السلسلة؟

.....

.....

2. **أستنتجُ**: هل يُمكن إضافة جُزيئات إيثين جديدة إلى هذه السلسلة؟ أُفسّر إجابتي.

.....

.....

التجربة الإثرائيّة
قياسُ درجة غليان بعض المركبات العضوية

الخلفية العلمية:

تُعرّفُ درجة الغليان بأنها درجة الحرارة التي يتساوى عندَها الضغطُ البخاري للسائل مع الضغط الواقع على سطحه، وتعتمدُ درجة الغليان على قوى التجاذب بين الجزيئات وتزداد بزيادتها، وهي خاصيّةٌ فيزيائيّةٌ مميِّزةٌ للمادة؛ فلكُلِّ مادّةٍ درجةُ غليانٍ مختلفةٌ عن بقية المواد. وتتميّزُ مُركّبات المشتقات الهيدروكربونية بارتفاع درجة غليانها مُقارنةً بالمُركّبات الهيدروكربونية المُقاربة لها في الكتلة المولية، وتتفاوتُ في ما بينها في درجات غليانها؛ اعتمادًا على طبيعة المجموعة الوظيفية في المركب، وكتلته المولية، والشكل البنائيّ لهُ.

الهدف: استكشاف درجة غليان بعض المُركّبات العضوية.

الموادُّ والأدواتُ:

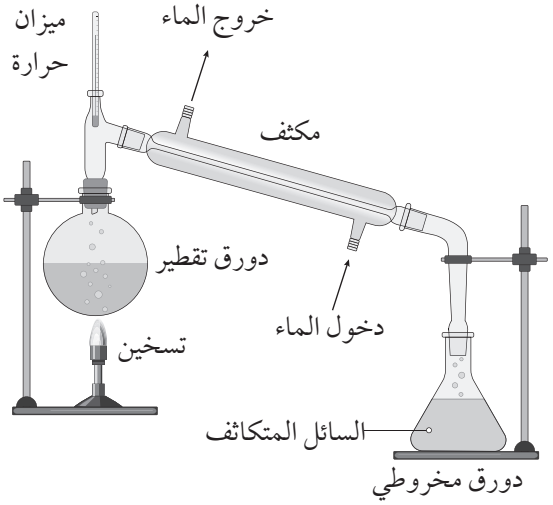
كحولُ الإيثانول 25 mL، أسيتون 25 mL، مِخبارٌ مُدرّج (50 mL) عدد 2، جهاز التقطير، قطع بورسلان، دورق مخروطي سعة 100 mL عدد 2.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ والكمامة.
- أُبعِدُ المُركّباتِ العضويةَ عن مصدر اللّهب.
- أحذرُ منَ استنشاق الموادّ العضويّة بشكل مباشر عن طريق الأنف.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** (25 mL) من كحول الإيثانول باستخدام المِخبار المدرّج وأضعُها في دورق التقطير.
2. أضعُ (3) قطع بورسلان Boiling Chips في الدورق.
3. **أُجرّبُ:** أُركّبُ جهاز التقطير كما في الشكل.
4. أُسخّن الدورق على نار هادئة.



5. **أسجّلُ البيانات**: أُسجّلُ درجة الحرارة التي يبدأ عندها الإيثانول بالغليان، وأستمرّ في مراقبة درجة الحرارة حتى يقطر معظم السائل (تكونُ درجة الحرارة ثابتةً خلال التقطير؛ وهي درجة الغليان).

6. **أُطبّقُ**: أكرّرُ الخطوات السابقة باستخدام الأسيتون.

7. **أُنظّمُ البيانات**: أُسجّل النتائج في الجدول:

اسمُ المادة	الصيغةُ البنائية	درجةُ الغليان
الإيثانول		
الأسيتون		

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أفسّرُ** إضافةَ قطع البورسلان إلى دورق التقطير قبل بدء التسخين.

.....

.....

2. **أقارنُ** درجةَ الغليان التي حصلت عليها ودرجة الغليان العادية لكلا المُركّبين، وأُفسّر الاختلاف إن وجدَ.

.....

.....

3. **أقارنُ**: أيُّهما أعلى درجة غليان: كحول الإيثانول أم الأسيتون؟ أفسّر إجابتي.

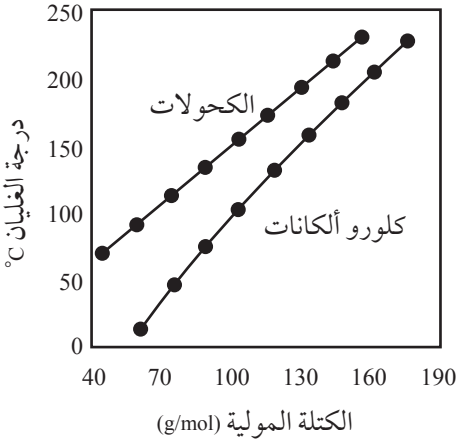
.....

.....

أسئلةُ تفكير

السؤالُ الأوّل:

يُمثّلُ الشكل المجاور تغيُّر درجة الغليان مع الكتلة المولية لعدد من الكحولات وكلورو ألكانات ذات السلاسل المُستمرّة المكوّنة من عدد من ذرات الكربون من 2-10 من 1-الكـانول و1-كلورو ألكان، اعتمادًا عليه أجيبُ عما يأتي:



أ. **أُفسّر** ارتفاع درجة غليان الكحولات مقارنة مع الكلورو ألكانات المقاربة لها في الكتلة المولية.

.....

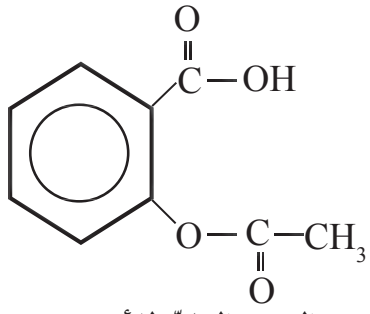
.....

ب. **أُفسّرُ** تناقُصَ الاختلاف في درجة الغليان بين الكحولات والكلورو ألكانات بزيادة عدد ذرّات الكربون في السلسلة.

.....

.....

السؤالُ الثاني:



الصيغة البنائيّةِ للأسبرين

أُفسّرُ: لا يصِفُ الأطباءُ دواءَ الأسبرينَ لمرضى قُرحَة المَعدةِ.

.....

.....

السؤال الثالث:

يتضمّنُ الجدولُ المجاورُ درجَة غليانِ كلٍّ من حمضِ الإيثانويك وجلايكولِ الإيثلين.

الصيغةُ البنائيّة	درجةُ الغليان °C
CH_3COOH	118
$HOCH_2CH_2OH$	197

أُفسّرُ ارتفاعِ درجة غليانِ جلايكول الإيثلين مُقارنةً بحمضِ الإيثانويك على الرغم من تقارُبِ كُتلتهما الموليّةِ.

.....

.....

السؤالُ الرابعُ:

مُركّبٌ غيرُ معروف الصيغة الجزيئية له $C_5H_{10}O_2$؛ فإذا علمتُ أن المجموعة الوظيفية له طرفيّةٌ، وأنه لا يحتوي على حلقاتٍ هيدروكربونية، وأنَّه يُغيّرُ لونَ ورقة تبّاع الشمس من الأزرق إلى الأحمر؛ أكتبُ الصيغَ البنائيّة المُحتملة لهُ جميعَها.

.....

.....

.....

.....

Collins