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 الأول

11

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود

تيسير أحمد الصبيحات

جميلة محمود عطية

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2024/4)، تاريـخ 2024/6/6 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2024/69)، تاريـخ 2021/6/26 م، بدءًا مـن العام الـدراسي 2024 / 2025 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- 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:

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2024/5/2916)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	الكيمياء/ كتاب الأنشطة والتجارب العملية: الصف الحادي عشر، الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ الكيمياء/ / أساليب التدريس/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/
الطبعـة	الطبعـة الأولى

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

المراجعة والتعديل

بـلال فـارس محمـود — جميـلـة محمـود عـطيـة — حـازم محمـد أحـمـد

التحكيم الأكاديمي

د. عماد حمادنة

التصميم والإخراج

نايف محمد أمين مراشدة

التحرير اللغوي

د. خليل إبراهيم القعيسي

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) — 1445 هـ / 2024 م

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الوَحدة الأولى: أشكال الجزيئات وقوى التجاذب بينها	
تجرِبة استهلاليّة: أشكال الجُزَيئات	4
أزواج الإلكترونات والأشكال الفراغيّة للجُزَيئات	6
الأشكال الفراغيّة للجُزَيئات وقطبيتها	8
قوى التجاذب بين الجُزَيئات والخصائص الفيزيائيّة للموادّ	11
التجرِبة الإثرائيّة: قطبيّة الجُزَيئات	14
أسئلة تفكير	16
الوَحدة الثانية: التفاعلات والحسابات الكيميائية	
تجرِبة استهلاليّة: التفاعل الكيميائي	19
تفاعل الترسيب	21
تفاعل التعادل	23
المحلول القياسي	25
التجرِبة الإثرائيّة: المادة المحددة للتفاعل	27
أسئلة تفكير	29

أشكالُ الجُزَيئات

الخلفية العلمية:

تتّخذ الجُزَيئات أشكالًا فراغيّة تبعًا لعدد أزواج الإلكترونات المحيطة بالذرّة المركزيّة في الجُزَيء؛ حيث تتوزّع هذه الأزواجُ في الفراغ المحيط بالذرّة المركزيّة بحيث تكونُ أبعدَ ما يمكن عن بعضِها بعضًا، وفي الوقت نفسِهِ يكون التجاذبُ بين الذرّات المكوِّنة للجُزَيء أكبرَ ما يمكن، وبهذا تتوزّع الروابطُ حولَ الذرّة المركزيّة بزوايا محدّدةٍ تحدِّدُ الشكلَ الفراغيَّ للجُزَيء؛ ليكونَ أكثرَ ثباتًا واستقرارًا.

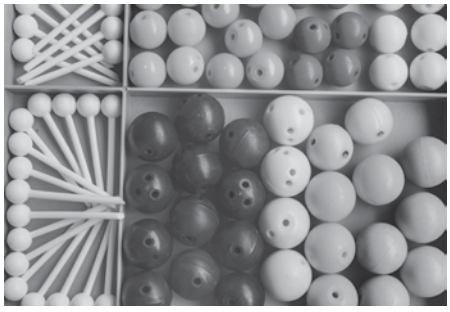
الهدف: أستكشِفُ أشكالَ بعض الجُزَيئات.

المواد والأدوات:

مجموعةُ نماذج الجُزَيئات (الكراتُ، والوصلاتُ)، فرجار قياس الزاوية، نموذج للجدول الدوريّ.

إرشادات السلامة:

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



أصوغ فرضيتي عن العلاقة بين عدد الروابط في الجُزَيْء والزاوية بينها وشكل الجُزَيْء.

أختبر فرضيتي:

1. **أُصَمِّمُ:** أختار كرةً تمثّل ذرّة البيريليوم (ثقبان) وكرتين تُمَثِّلان ذرّتَي الكلور (ثقب واحد) ووصلتين، وأُصمّمُ شكلًا بنائيًّا لجُزَيء كلوريد البيريليوم ($BeCl_2$).
2. **أتوقّعُ** الشكلَ الناتج وأرسُمُه.

.....

.....

3. **أقيسُ** مقدارَ الزاوية بين الوصلات، وأُسجّلُها.
4. **أُصَمِّمُ:** أختارُ كرةً تمثّل ذرّة البورون (ثلاثة ثقوب) وثلاثَ كرات تمثّل ذرّات الكلور وثلاثَ وصلات، وأُصمّمُ شكلًا بنائيًّا لجُزَيء ثلاثي كلوريد البورون (BCl_3)، وأرسمُه.

.....

.....

5. **أقيسُ** مقدارَ الزاوية بين الوصلات، وأُسَجّلُها.
6. **أُصَمِّمُ**: أختارُ كرةً تمثّل ذرّة الكربون (أربعة ثقوب) وأربعَ كرات تمثّل ذرّات الهيدروجين وأربعَ وصلات، وأُصمّمُ شكلًا بنائيًّا لجُزَيء الميثان (CH_4)، وأرسمُه.

.....

.....

7. **أقيسُ** مقدارَ الزاوية بين الوصلات، وأُسجّلُها.
8. **أُسَجّلُ البيانات** في الجدول الآتي:

المُرَكَّب	اسمُ الشكل	عدد روابط الذرة المركزية	مقدارُ الزاويةِ بينَ الروابط
$BeCl_2$			
BCl_3			
CH_4			

التحليل والاستنتاج:

1. **أضبط المتغيرات**: أحدد المتغير المستقل، والمتغير التابع، وعامل ضُبِط في التجربة.

.....

.....

.....

2. **أستنتجُ** العلاقةَ بين عدد الروابط في الجُزَيء ومقدارَ الزاوية بينها.

.....

.....

.....

3. **أصدر حكمًا**: أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.

.....

.....

.....

تجربة 1 أزواجُ الإلكتروناتِ والأشكالُ الفراغيّةُ للجُزَيئات

الخلفية العلمية:

تُحاط الذرّةُ المركزيّة في الجُزَيء بأزواج مِنَ الإلكترونات الرابطة وغير الرابطة، تتنافرُ في ما بينها فتترتَّبُ حولَ الذرّة بحيث تكونُ أبعدَ ما يمكن عن بعضها، ويكونُ التنافرُ بينها أقلَّ ما يمكن، وبهذا يمكن تحديدُ مقدار الزاوية بين الروابط في الجُزَيء، وتوقّع شكله الفراغيّ.

الهدف: أستقصي أثرَ وجود أزواج الإلكترونات غير الرابطة حولَ الذرّة المركزيّة في مقدار الزاوية بين الروابط والشكل الفراغيّ للجُزَيء.

المواد والأدوات:

مجموعةُ نماذجِ الجُزَيئات (الكراتُ، والوصلاتُ)، فرجار قياس الزاوية، نموذج للجدول الدوريّ.

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.
- أتعامل مع الفرجار بحذر.

أصوغ فرضيتي عن علاقة عدد الإلكترونات غير الرابطة المحيطة بالذرة المركزية بقيمة الزاوية بين الروابط.

أختبر فرضيتي:

1. **أُصَمِّمُ نموذجًا:** أختارُ عددًا مناسبًا مِنَ الكرات مختلفة الحُجوم وعددًا مناسبًا مِنَ الوصلات، وأُصَمِّمُ شكلًا بنائيًّا لجُزَيء SiF_4 ثمَّ أرسم الشكل الناتج، ثم أسميه.

.....

.....

2. **أقيسُ** مقدارَ الزاوية بين الوصلات، ثمّ أُسجِّلُها.

.....

.....

3. أرسم تركيب لويس للجُزَيْء SiF_4.

.....

.....

4. أُعيدُ الخطواتِ السابقةَ لكلٍّ مِنَ الجُزَيئات الآتية: NF_3, H_2O

.....

.....

5. **أُسَجِّلُ البياناتِ** والقياسات، ثم أُنظِّمُها في جدول البيانات.

الجُزَيْء	الشكلُ الفراغيّ للجُزَيء	مقدارُ الزاوية بين الروابط	تركيب لويس	عددُ أزواج الإلكترونات الرابطة	عددُ أزواج الإلكترونات غير الرابطة

التحليل والاستنتاج:

1. **أضبط المتغيرات**: أحدد المتغير المستقل والمتغير التابع وعامل ضُبِط في التجربة.

.....

.....

2. **أستنتجُ** أثرَ وجود أزواج الإلكترونات غير الرابطة في مقدار الزاوية بين الروابط.

.....

.....

3. **أصدر حكمًا**: أوضح إذا توافقت النتائج مع فرضيتي أم لا.

.....

.....

الأشكالُ الفراغيّةُ للجُزَيئاتِ وقطبيَّتُها

الخلفية العلمية:

توصفُ الرابطة بين ذرّتين مختلفتين بأنها رابطةٌ قطبيّة، وتعتمد قطبيَّتُها على فرق السالبيّة الكهرَبائيّة بين الذرّتين المكوِّنتين للرابطة، فتزدادُ بِزيادَتِها. وبسبب قطبيّة الروابط في الجُزَيئات، فإنَّها قد تكون قطبيّة، فالجُزَيئات ثنائيّة الذرّة التي تتكوّن من ذرّتين مختلفتين تكون قطبيّة؛ لأنّ الرابطة بين الذرّتين قطبيّة، أمّا الجُزَيئات متعدّدة الذرّات، فتعتمد قطبيَّتُها على الشكل الفراغيّ للجُزَيء وقطبيّة الرابطة التي يمكن التعامل معها بوصفها قُوًى متّجهة، فتكون هذه الجُزَيئات قطبيّة عندما تكون محصّلة قطبيّة الروابط في الجُزَيء لا تساوي صفرًا؛ أي أنّ قطبيّة الروابط لا تلغي بعضَها كما في الشكل المنحني والهرم الثلاثيّ، وكذلك في الشكل الخطيّ والمثلث المستوي ورباعي الأوجه المنتظم، التي تتكوّن من أكثر من نوعين مِنَ الذرّات، مثل $BFCl_2$, $CHCl_3$ في حين تكون هذه الجُزَيئاتُ غيرَ قطبيّة عندما تتكوّن من نوعين فقط مِنَ الذرّات، مثل BCl_3 , CH_4 حيث تلغي قطبيّةُ الروابط بعضَها وتكون محصّلةُ قطبيَّتِها تساوي صفرًا وتكون الجُزَيئات غيرَ قطبيّة.

الهدف: أستقصي العلاقةَ بين أشكال الجُزَيئات وقطبيتها.

المواد والأدوات:

لوح مِنَ الكرتون الأبيض، أقلام تخطيط ملوّنة، مسطرة (1 m)، مِقصّ، مِشرط، لاصق، ورق مصقول ملوّن.

إرشادات السلامة:

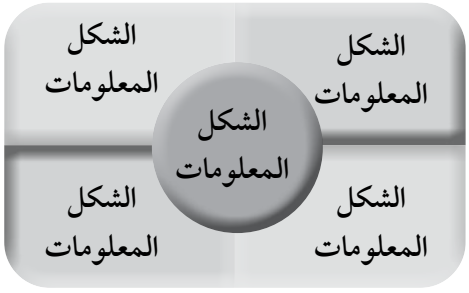
- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبر والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.
- أتعاملُ معَ المِقصّ والمِشرط بحذر شديد.

خطوات العمل:

1. أرسمُ جدولًا على ورقة (A4) يتضمَّنُ معلوماتٍ عن أشكال الجُزَيئات المختلفة كما يأتي:

الصيغةُ العامّة للجُزَيء	نوعُ التهجين في الذرّة المركزيّة	الشكلُ الفراغيّ للجُزَيء	مقدارُ الزاوية بين الروابط	عددُ أزواج الإلكترونات المحيطة بالذرّة المركزيّة	عددُ أزواج الإلكترونات غير الرابطة	أمثلةٌ على جُزَيئات	
						قطبيّة	غير قطبيّة
AX_2							$BeCl_2$
AX_3							
						NH_3	
AX_4							

2. أرسم لوحةً جداريّةً مِنَ الكرتون كما في الشكل المجاور.



3. أستخدمُ الورقَ الملوَّنَ في تصميم أشكال الأفلاك المكوِّنة للروابط في الجُزَيئات (الأمثلة المذكورة)، ثمّ ألصقُهُ في المكان المخصّص على اللوحة.

4. أدوِّنُ المعلوماتِ المتعلّقةَ بالشكل في المكان المخصّص له.

5. أُعَلِّقُ اللوحةَ في مكان ظاهر في غرفة المختبر، وَأُشاركُ زملائي/ زميلاتي في المعلوماتِ المتعلّقةَ بالتهجين وأشكال الجُزَيئات.

6. **أُنَظِّمُ** البياناتِ والقياساتِ في جدول.

التحليل والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ أشكالَ الجُزَيئات التي تكون دائمًا قطبيّة.

.....

.....

.....

2. أُحَدِّدُ أشكال الجُزَيئات التي قد تكون قطبيّة أو غيرَ قطبيّة.

.....

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** العلاقةَ بين قطبيّة الروابط وقطبية الجُزَيء.

.....

.....

.....

4. **أستنتجُ** العلاقةَ بين قطبيّة الجُزَيء وشكله الفراغيّ.

.....

.....

.....

تجربة 3 قوى التجاذبِ بينَ الجُزَيئاتِ والخصائصُ الفيزيائيّةُ للموادّ

الخلفية العلمية:

توجد الموادُّ المختلفة في الحالات الفيزيائيّة الثلاث: (الصُّلبة أو السائلة أو الغازيّة)، ويعتمد ذلك على المسافة الفاصلة بين الجُسَيمات وقوى التجاذب بينها، فجُسَيماتُ المادّة الصُّلبة متقاربةٌ جدًّا (متلاصقة) وقوى التجاذب بينها قويّة ما يجعلُها متراصَّةً ومتماسكة، أمّا المادّةُ السائلة أو الغازيّة، فتتميَّزُ جُسَيماتها بالحركة العشوائيّة (الحركة البراونيّة)، إلّا أنَّها تكون في الحالة الغازيّة أكثرَ حُريّة وعشوائيّة منها في الحالة السائلة، فجُسَيمات المادّة السائلة تكون متقاربةً ومتجاذبة بقوّة تسمح لها بالحركة والانتقال؛ ما يشيرُ إلى وجود قوى تجاذب بينها قويّةٍ نسبيًّا، فهي تبقى في حركة مستمرّة ومنجذبة نحو بعضها، في حين تكون قوى التجاذب بين جُسَيمات المادّة في الحالة الغازيّة شبه معدومة، وَمِنْ ثَمَّ، فإنَّها تتحرّكُ بصورة مستمرّة متباعدة عن بعضها، وذلك يفسِّرُ قدرة جُسَيمات الغاز على الانتقال والانتشار. كما تتأثَّرُ الخصائصُ الفيزيائيّة، مثل درجة انصهار الموادّ المختلفة ودرجة غليانها وطاقة تبخُّرها، سواء في الحالة الصُّلبة أو السائلة أو الغازيّة، بنوع قوى التجاذب بين الجُزَيئات وقوّتها.

الهدف: أستقصي أثرَ قوى التجاذب المختلفة في الخصائص الفيزيائية للموادّ.

المواد والأدوات:

أقلامُ تخطيط متعدّدةُ الألوان، مسطرة طويلة (30 cm)، ورق بيانيّ، مصادر تعلُّم إلكترونيّة (الإنترنت).

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبر والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. أكمل جدول البيانات الآتي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

المادّة	الكتلةُ المولّيّة أو الذّرّيّة	نوعُ قوى التجاذب بين الجُسَيمات في الحالة السائلة	درجةُ الغليان (°C)	الحالةُ الفيزيائيّة عند درجة حرارة الغرفة
Ne	20		-246	
Ar	40		-185.6	
Kr	84		-153.4	
H_2O	18		100	سائل
H_2Se	81		-41.2	
H_2Te	129.6		-2	

2. أُحَدِّدُ نوعَ قوى التجاذب التي تربط جُسَيمات كُلٍّ من هذه الموادّ، ثمّ أُسجِّلُها في الجدول.
3. أُحَدِّدُ الحالةَ الفيزيائيّة للموادّ عند درجة حرارة الغرفة، ثمّ أُسجِّلُها في الجدول.
4. **أرسُمُ بيانيًّا** باستخدام برمجية إكسل العلاقة بين درجة الغليان والكتلة الذريّة لذرّات العناصر النبيلة.
5. **أرسُمُ بيانيًّا**: على ورقة الرسم البيانيّ نفسِها أرسمُ بِلَون مختلف العلاقة بين درجة الغليان والكتلة المولّيّة للموادّ الأُخرى المذكورة في الجدول.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفَسِّرُ** ارتفاعَ درجة غليان الماء مقارنةً معَ بقية مركبات عناصر المجموعة السادسة في الجدول.

.....

.....

.....

2. **أستنتجُ** العلاقةَ بين الكتلة المولية أو الذرية للمادّة ودرجة غليان المادّة نفسِها، وعلاقة ذلك كُلِّهِ بقوى التجاذب.

.....

.....

.....

قطبيّةُ الجُزَيئات

الخلفية العلمية:

يمكن للجُزَيئات التي ترتبط ذرّاتها بروابطَ تساهميّةٍ أن يكون لها عزمٌ قطبيّ، وتوصف بأنَّها جُزَيئاتٌ قطبيّة أو ثنائيّة القطب، ما يعني وجود شحنات جُزئيّة على طرفي الجُزَيء تجعلُها تتأثَّرُ بالمجال الكهرَبائيّ وتنجذب نحوَه، أمّا الجُزَيئاتُ التي ليس لها عزمٌ قطبيّ فتوصف بأنَّها غيرُ قطبيّة، وَمِنْ ثَمَّ، فهي لا تتأثَّرُ بالمجال الكهرَبائيّ.

الهدف: أستكشفُ قطبيّةَ بعض الجُزَيئات.

المواد والأدوات:

سحّاحتان، حاملان معدِنيّان، حوض زجاجيّ، مِخبار مدرّج، قِمع، قضيب بلاستيكي، قطعة مِنَ الصوف، ماء مُقَطَّر، الهكسان C_6H_{14}.

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبر والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. أُثبِّتُ السحّاحة على الحامل المعدِنيّ، ثمَّ أضعُ تحتها حوضًا زجاجيًّا.
2. أضعُ 50 mL مِنَ الماء في المخبار المدرّج.
3. أُثبِّتُ القُمعَ على فوّهة السحاحة، ثمّ أسكبُ بلطف الماءَ داخلَها.
4. أدلُكُ القضيبَ البلاستيكيَ بقطعة الصوف، ثمّ أفتحُ السحّاحة بحيث ينسكبُ منها الماءُ على شكل خيط رفيع، ثمّ أُقرِّبُ منه القضيبَ البلاستيكيَ، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.
5. أُكَرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستخدام الهكسان السائل، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفَسِّرُ** أثرَ دلك القضيب البلاستيكي بقطعة الصوف.

.....

.....

.....

2. أُحَدِّدُ السائلَ الذي ينجذبُ نحو القضيب البلاستيكيّ.

.....

.....

.....

3. **أستنتجُ** السائل الذي له خصائصُ قطبيّة.

.....

.....

.....

أسئلةُ تفكير

السؤالُ الأولُ:

أرادت مجموعة من الطلبة دراسة العوامل التي تؤثر في نوع التهجين الذي تجريه الذرة المركزية في الجزيء، فرجعوا إلى مصادر معرفة موثوقة لدراسة عدد من الجزيئات كما في الجدول الآتي:

أ - **أتنبأ:** أكمل المعلومات الخاصة بالجزيئات (CF_4، H_2CO، HCN) كما في الجدول الآتي:

الجزيئات / المعلومات المطلوبة	**HCN**	**H_2CO**	**CF_4**
تركيب لويس			
الشكل الفراغي			رباعي الأوجه منتظم
نوع التهجين للذرة المركزية		sp^2	
الزاوية المتوقعة بين الروابط	180°		
الأفلاك المتداخلة لتكوين الروابط			
عدد الروابط (سيجما: σ و باي: π) للذرة المركزية			

ب - **أطرح سؤالا** أراد الطلبة الإجابة عنه خلال الاستقصاء السابق.

.....

.....

جـ- أقدّم دليلًا على أن وجود أزواج إلكترونات غير رابطة حول الذرة المركزية في الجزيء يؤثر في نوع التهجين الذي تجريه.

.....

.....

السؤالُ الثاني:

يُستخدم ثالث فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 في العديد مِنَ المجالات الصناعيّة، مثل صناعة الأدوية وصناعة الأسمدة الكيميائيّة، كما يُستخدم في صناعة المنظّفات لمعالجة عُسر الماء، وهو ملحٌ يذوبُ في الماء مُنتِجًا الأيون PO_4^{3-} إذا علمتُ أنّ العدد الذرّي لذرّة (P = 15) ، ولذرّة (O = 8)، فأُجيبُ عنِ الآتي:

1 - أكتبُ تركيب لويس للأيون PO_4^{3-}.

.....

.....

.....

2 - هل تُحاط ذرّة الفسفور P بأزواج إلكترونات غير رابطة؟

.....

.....

.....

3 - أرسُمُ الشكلَ الفراغيّ المتوقَّع للأيون PO_4^{3-}.

.....

.....

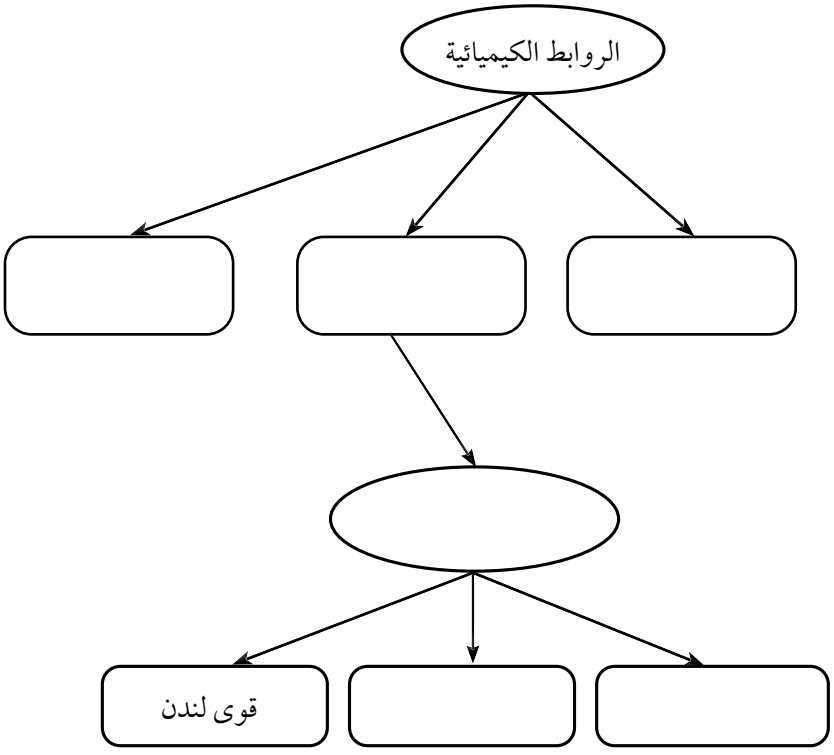
.....

السؤالُ الثالث:

يمثل المخطط الآتي خريطةً مفاهيميّة لأنواع قوى التجاذب بين الذرّات والقوى الناجمة عنها بين الجُزَيئات.

أتأمل الخريطة المفاهيمية ثم أملأ الفراغات فيها بالمفاهيم المناسبة.

(الرابطة التساهمية، الرابطة الأيونية، رابطة هيدروجينية، قوى ثنائية القطب، القوى بين الجزيئات، الرابطة الفلزية)



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 سَعَتها 100 mL، مخباران مدرّجان.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ ارشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أتوخّى الحذر عند التعامل مع الموادّ الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ 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، ثم أسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أفسر** 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 إلى 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 أنّ 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:

ثلاث كؤوس زجاجية سعة 200 mL، محلولُ كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$ تركيزُه 1M، محلولُ هيدروكسيدِ الصوديوم NaOH؛ تركيزُه 1M، مخباران مدرّجان سعة كل منهما 100 mL.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أتوخّى الحذر عند استخدام الموادّ الكيميائيّة.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** 10 mL من محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$ باستخدام المِخبار المُدرَّج، ثم أضعُها 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 دائريًّا بلطف، ثم أُسجّل ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أفسر** 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 مع محلول القاعدة، فيتكونُ محلولٌ من الملح والماء، كما هو مُوضّحٌ في المعادلة الآتية:

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

وتكون المعادلة الأيونية النهائية لهذا التفاعل 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، ثلاث كؤوس زجاجية، ملعقة زجاجيّة، مخبار مدرّج، مقياسُ الرقم الهيدروجيني pH. (أو أوراق الكاشف العام).

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أتوخّى الحذر عند استخدام الموادّ الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المُختبر والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

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 في قياس قيمة pH للمحلول، ثم أسجّلُها.

.....

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 في قياس قيمة pH للخليطِ، ثم أُسجّلُ ملاحظاتي.

.....

التحليلُ والاستنتاج:

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

.....

.....

.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيّةً موزونةً للتّفاعُل.

.....

.....

.....

3. **أفسر** التغير في قيم pH.

.....

.....

.....

4. **أتوقع**: خلال تنفيذ التجربة، لم تتوافق قراءة مقياس الرقم الهيدروجيني لإحدى المجموعات مع نتائجي. أستنتج بعض مصادر الخطأ التي أدت إلى ذلك.

.....

.....

.....

التجربةُ 3 المحلولُ القياسيّ

الخلفية العلمية:

يُحَضَّرُ المحلولُ القياسيُّ بإذابة كتلة معيَّنة مِنَ المُذاب في حجم محدّد أو كتلة محدّدة مِنَ المُذيب، وبهذا ينتجُ محلولٌ معلومُ التركيز المولاريّ أو المولاليّ. وَيُعرف المحلولُ القياسيُّ بأنه المحلولُ الذي يحتوي اللترُ الواحد منه (أو يحتوي الكيلو جرام منه) مولًا واحدًا مِنَ المُذاب. وَتَتَّصِفُ المادّةُ المُذابة بأنَّها ذاتُ تركيبٍ كيميائيّ محدّد وثبات كبير، وهي عاليةُ النقاوة وسهلة الحفظ في حالتها النقيّة ولا تتأثر بالضَّوء ودرجات الحرارة.

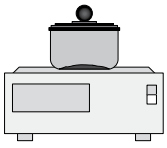
الهدف: أستقصي طريقة تحضير محلول قياسي من بيرمنغنات البوتاسيوم.

الموادُّ والأدواتُ:

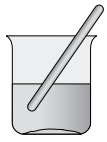
بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$، ميزان حسّاس، دورق حجميّ سَعَته 500 mL ، ماء مُقَطَّر، ملعقة تحريك زجاجية، كأس زجاجيّة سَعَتها 100 mL، ملعقة، صحن زجاجيّ، قطّارة.

إرشادات السلامة:

أتوخّى الحذر عند استخدام الموادّ الكيميائيّة، أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

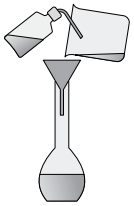


الخطوة (1): أزِنُ كتلةً محدّدة مِنَ المُذاب.



الخطوة (2): أضعُ الكتلة في الكأس الزجاجيّة وَأُحَرِّكُ حتى تذوب.

الخطوة (3): أسكبُ المحلول في الدورق الحجمي.



أضَعُ كمية قليلة من الماء في الكأس وأُحَرِّكُها وأُكَرِّرُ الخطوة (3)، ثمَّ أُكَرِّرُ الخطوة (4) مرة أخرى.

الخطوة (5): أُكمِلُ الحجم بالقطارة حتى العلامة على الدورق.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** بالميزان الحسّاس 0.79 g من بيرمنغنات البوتاسيوم.
2. **أُجَرِّبُ**: أضَعُ بيرمنغنات البوتاسيوم في الكأس الزجاجيّة، وَأُضيفُ إليها كميّةً قليلة مِنَ الماء المُقَطَّر، ثمّ أُحرِّكُها حتى تذوبَ تمامًا.
3. أسكُبُ المحلولَ الناتج في الدورق الحجميّ.
4. **أُطَبِّقُ**: أُكَرِّرُ عدّةَ مرّاتٍ إضافةَ كميّة قليلة مِنَ الماء المُقَطَّر إلى الكأس الزجاجيّة، وأحرِّكُ المحلولَ ثمّ أسكُبُهُ في الدورق الحجميّ حتى يقتربَ مستواهُ مِنَ العلامةِ الموجودة على عُنق الدورق.
5. **أقيسُ**: أستخدمُ القطّارة لإضافة الماء المُقَطَّر تدريجيًّا إلى الدورق الحجميّ حتى يصبح مستوى تَقَعُّرِ المحلول عند مستوى العلامة على عُنق الدورق، ثمّ أُغلقُهُ بالسدادة، وأرجُّ المحلولَ جيّدًا حتى يتجانس.

التحليل والاستنتاج:

1. **أستخدم الأرقام** أحسُبُ عددَ مولات بيرمنغنات البوتاسيوم. ($Mr = 158\ g/mol$).

.....

.....

2. **أستخدم الأرقام** أحسُبُ مولاريّةَ المحلول الناتج.

.....

.....

3. **أتوقّع** ما يحدثُ لتركيز المحلول عندما تُضافُ إليه كميّةٌ أُخرى مِنَ المُذيب. أبرر إجابتي.

.....

.....

المادّةُ المُحدّدة للتفاعل

الخلفية العلمية:

عند خلط كميتين مختلفتين من مادتين أو أكثر فإنهما تتفاعلان معًا حتى نفاد كمية إحداهما كليًّا؛ 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:

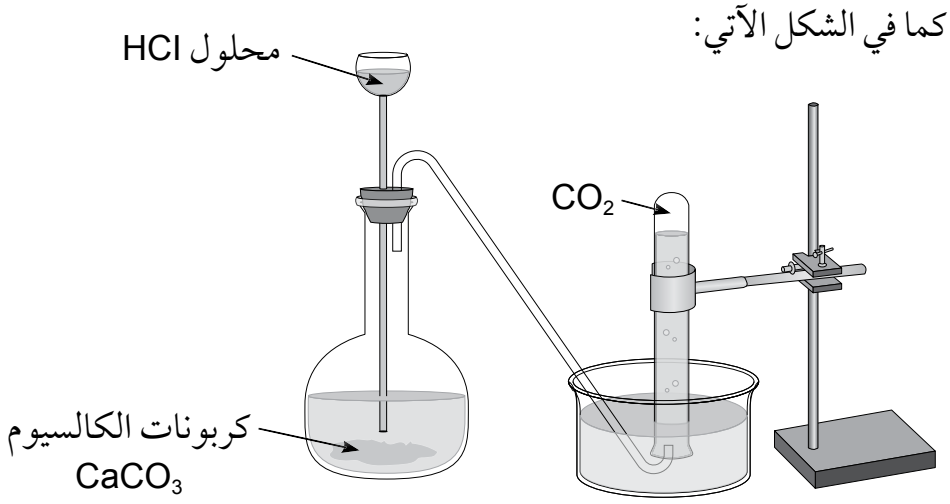
محلولُ حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزُه 0.1 M، كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، دورقٌ مخروطيّ، سحّاحة، مخبار مُدرّج، حوض زجاجي مملوء بالماء، ميزان حساس.

إرشادات السلامة:

- أتّبعُ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أتوخّى الحذر عند استخدام المواد الكيميائية.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقُفّازات.

خطوات العمل:

1. أُركّبُ الجهازَ كما في الشكل الآتي:



2. **أقيسُ** 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك باستخدام المِخبار المُدرّج، ثم أضعُها في الدورق.

3. **أقيسُ** 30 g من كربونات الكالسيوم، وأضعها في الدورق المخروطيّ.

4. أُغلق فُوّهة الدورق بسدّادة من الفلّين كما في الشكل، ثم أُسجّل ملاحظاتي.

.....

.....

التحليلُ والاستنتاج:

1. **أستنتجُ** المادة المُحدّدة للتّفاعُل.

.....

.....

.....

2. أكتبُ معادلةً كيميائيةً موزونةً للتّفاعُل.

.....

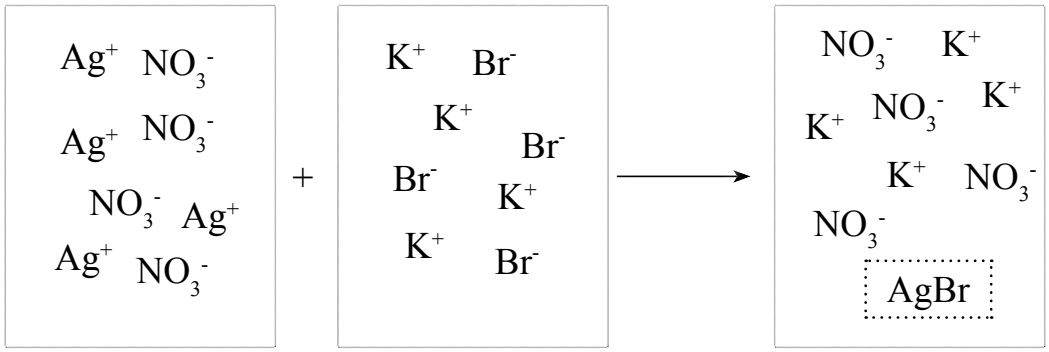
.....

.....

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.

.....

.....

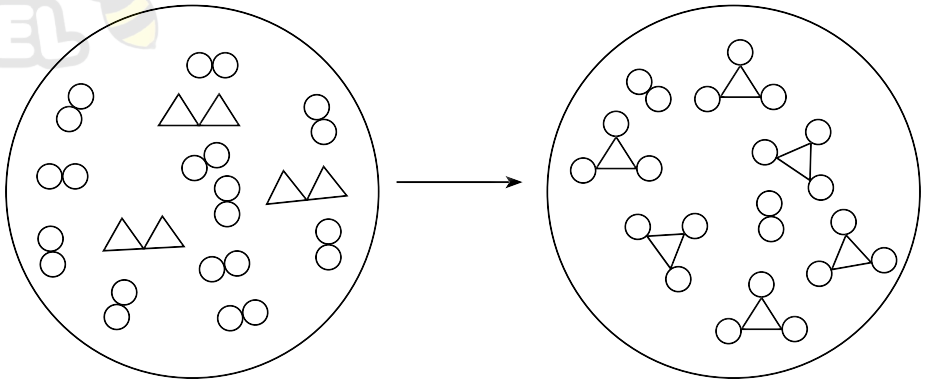
3. أكتب معادلةً أيونيّةً نهائيّة للتّفاعُل.

.....

.....

السؤال الثاني:

في الشكل الآتي تُمثّل المثلثات عنصر **X** والدوائر عنصر **Y** أجيبُ عمّا يليه:



قبل التفاعل　　بعد التفاعل

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

.....

.....

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

.....

.....

السؤال الثالث:

أستخدم الأرقام يكون تركيز حمض النيتريك HNO_3 الناتج من المصنع 16 M **أحسب** حجم الماء اللازم إضافته إلى 50 mL منه لتحضير محلول مخفف من الحمض تركيزه 1 M

.....

.....

السؤال الرابع:

يستخدم كحول الإيثانول عمومًا في تطهير الجروح وتعقيمها وتطهير المعدات الطبية، ومُذيبًا عامًّا في كثير من الصناعات.

أ - **أستخدم الأرقام** يعد تفاعل تخمر الجلوكوز $C_6H1_2O_6$ أحد طرائق تحضير كحول الإيثانول C_2H_5OH بحسب المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6) \xrightarrow{\text{تخمر}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

نتج 312 g من كحول الإيثانول من تخمر 1.5 Kg من سكر الجلوكوز. أحسب المردود المئوي للتفاعل.

.....

.....

.....

.....

ب- من الطرائق الأخرى لتحضير كحول الإيثانول إضافة الماء إلى الإيثين في وسط حمضي بحسب المعادلة:

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow{\text{وسط حمضي}} C_2H_5OH$$

أتنبأ: يقول أحد الطلبة: إنّ إنتاج كحول الإيثانول من تخمر السكر له اقتصاد ذرة أعلى من إنتاجه بإضافة الماء إلى الإيثين. هل أؤيد هذا القول؟ أبرر إجابتي.

.....

.....

.....

.....

السؤال الخامس:

يعتقد بعض الطلبة أن المادة المتفاعلة المتوافرة بكمية أقل في التفاعل هي المادة المحددة للتفاعل التي تتحكم بكمية النواتج. صمم الطلبة استقصاءً بمساعدة المعلم/ المعلمة للتحقق من ذلك، فاختاروا تفاعل فلز الألمنيوم مع حمض الهيدروكلوريك عند درجة حرارة وضغط ثابتين، والمعادلة الآتية تمثل التفاعل:

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

نفّذ الطلبة مفاعلة كمية ثابتة من الألمنيوم (2.7 g = 0.1 mol) مع كمية متغيرة من حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه (1M) وجمع غاز الهيدروجين الناتج، ثم حُسِب عدد مولاته، ونُظِّمت البيانات في الجدول الآتي:

رقم التجربة	عدد مولات Al	حجم HCl المُستخدَم	عدد مولات HCl	عدد مولات H_2 الناتج	المادة المحددة للتفاعل
1	0.1	50 mL	0.05	0.025	
2	0.1	100mL	0.1	0.05	
3	0.1	200 mL	0.2	0.1	
4	0.1	300 mL	0.3	0.15	
5	0.1	400 mL	0.4	0.15	

أجيب عن الأسئلة الآتية:

1. **أضبط المتغيرات**: أحدد المتغير المستقل والمتغير التابع ومتغيرين مضبوطين.

.....

.....

.....

2. **أستنتج** المادة المحددة للتفاعل في كل تجربة وأسجلها في الجدول.

3. أستخدم الأرقام. أحسب عدد مولات المادة الفائضة في التجربتين: (3) و(5).

.....

.....

.....

4. **أصدر حكمًا**. هل توافقت نتائج التجربة مع توقع الطلبة؟ أفسرإجابتي.

.....

.....

.....