المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

الصف الحادي عشر 11

الفصل الدراسي الأول

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

الصَّفُّ الحادي عَشَر - كتابُ الأنشطةِ والتجاربِ العمليّة

الفصلُ الدراسيُّ الأوَّل

11

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بـــلال فـــارس محمـــود تيســـير أحمـــد الصبيحـــات

جميـــلـة محـــمود عـطيـــة

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 لتطوير المناهج في جلسـته رقـم (2021/3)، تاريخ 2021/6/10 م، وقـرار مجلس التربية والتعليـم رقم (2021/118)، تاريـخ 2021/6/30 م، بـدءًا من العام الـدراسي 2021 / 2022 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: 978 - 9923 - 41 - 261 - 9

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/3/1379)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الكيمياء: الصف الحادي عشر: كتاب الأنشطة والتجارب العملية (الفصل الأول)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.– ط 2؛ مزيدة ومنقحة .– عمان: المركز، 2022

(44) ص.

ر.إ.: 2022/3/1379

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

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف 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) 1442 هـ/ 2021 م
أُعيدت طباعته 2022 م – 2023 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوَحدة الأولى: أشكال الجزيئات وقوى التجاذب في ما بينها	
تجرِبة استهلاليّة: أشكال الجُزَيئات	5
أزواج الإلكترونات والأشكال الفراغيّة للجُزَيئات	7
الأشكال الفراغيّة للجُزَيئات وقطبيتها	9
قوى التجاذب بين الجُزَيئات والخصائص الفيزيائيّة للموادّ	12
التجرِبة الإثرائيّة: قطبيّة الجُزَيئات	15
أسئلة تفكير	17
الوَحدة الثانية: حالات المادّة	
تجرِبة استهلاليّة: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط	20
قانون بويل	22
قابليّة الغازات للانتشار	24
قابليّة السوائل للانتشار	26
العوامل المؤثِّرة في سرعة التبخُّر	28
التجرِبة الإثرائيّة: قياس درجة انصهار الكبريت	30
أسئلة تفكير	33

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوَحدة الثالثة: المحاليل	
تجربة استهلاليّة: خصائص المحاليل	35
المحلول القياسيّ	37
الانخفاض في درجة تجمُّد المحلول	39
التجرِبة الإثرائيّة: ذائبيّة الغازات	41
أسئلة تفكير	43

تجربة استهلاليّة

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.

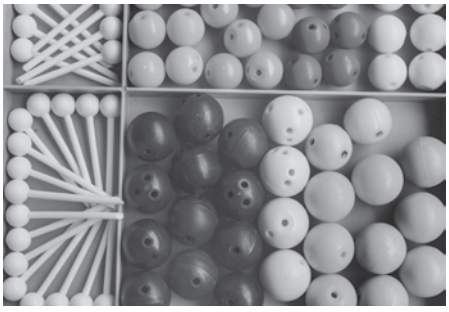
الهدف: أستكشِفُ أشكالَ بعض الجُزَيئات.

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 والقفازات.



خطوات العمل:

1. **أُصَمِّمُ:** أختار كرةً تمثّل ذرّة البيريليوم (ثقبان) وكرتين تُمَثِّلان ذرّتي 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	مقدارُ الزاويةِ بينَ الروابط
$BeCl_2$		
BCl_3		
CH_4		

التحليل والاستنتاج:

1. أُحَدّدُ أسماءَ الأشكال الناتجة لكلّ جُزَيء.

.....

.....

.....

2. أُحَدّدُ مقدارَ الزاوية بين الروابط في كلّ جُزَيء.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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 في ما 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 والقفازات.
- أتعامل مع الفرجار بحذر.

خطوات العمل:

1. **أُصَمِّمُ:** بالرُّجوع إلى جدول أشكال الجُزَيئات، أختارُ عددًا مناسبًا مِنَ الكرات مختلفة الحُجوم وعددًا مناسبًا مِنَ الوصلات، وأُصَمِّمُ شكلًا بنائيًّا لجُزَيء الإيثان (C_2H_6)، ثمَّ أرسُمُه.

.....

.....

2. **أقيسُ** مقدارَ الزاوية بين الوصلات، ثمّ أُسجِّلُها.
3. **أُسَجِّلُ البيانات**، وأدوّنُ عددَ أزواج الإلكترونات الرابطة وغيرِ الرابطة.
4. **أتوقّع:** ما الشكلُ الفراغيُّ للجُزَيء؟
5. أُعيدُ الخطواتِ السابقةَ لكلٍّ مِنَ الجُزَيئات الآتية: NF_3, H_2O, C_2H_4
6. **أُقارنُ** بين أشكال الجُزَيئات وعددِ أزواج الإلكترونات الرابطة وغيرِ الرابطة ومقدارِ الزاوية بين الروابط.

7. **أُسَجِّلُ البياناتِ** والقياسات، وأُنظِّمُها في جدول.

الجُزَيء	عددُ أزواج الإلكترونات الرابطة	عددُ أزواج الإلكترونات غير الرابطة	مقدارُ الزاوية بين الروابط	الشكلُ الفراغيّ للجُزَيء

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفَسِّرُ** العلاقةَ بين مقدار الزاوية بين الروابط في الجُزَيء وعددِ أزواج الإلكترونات حولَ الذرّة المركزيّة.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

تجربة 2 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 كقوى متّجهة، فتكون هذه الجُزَيئات قطبيّة عندما تكون محصّلة قطبيّة الروابط في الجُزَيء لا تساوي صفرًا؛ أي أنّ قطبيّة الروابط لا تلغي بعضَها بعضًا، 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:

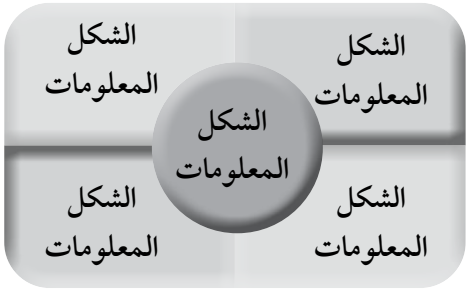
- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبر والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ المِقصّ والمِشرط بحذر شديد.

خطوات العمل:

1. **أُصَمِّمُ** 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. **أُصَمِّمُ** لوحةً جداريّةً مِنَ الكرتون، كما في الشكل المجاور.



3. أستخدمُ الورقَ الملوَّنَ لتصميم 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 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.

.....

.....

.....

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 بعضًا، بينما تكون قوى التجاذب بين جُسَيمات المادّة في الحالة الغازيّة شبه معدومة، وَمِنْ ثَمَّ فإنَّها تتحرّكُ بصورة مستمرّة متباعدة عن بعضها بعضًا، 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 (شبكة الإنترنت).

إرشادات السلامة:

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

خطوات العمل:

1. باستخدام مراجعَ مناسبة، أُحَدِّدُ درجةَ غليان الموادّ في الجدول، ثمّ أُسجِّلُها.

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

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** 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** وجودَ قوى تجاذب بين ذرّات الغاز النبيل في الحالة السائلة.

.....

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** ارتفاعَ درجة غليان الماء مقارنةً معَ باقي المُرَكَّبات في الجدول، رغم أنّها مُرَكَّباتٌ لعناصر المجموعة السادسة.

.....

.....

.....

3. **أستنتجُ** العلاقةَ بين الكتلة المولّية أو الذريّة 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، قُمع، قضيب بلاستيكي، قطعة مِنَ الصوف، ماء مُقَطَّر، الهكسان C_6H_{14}.

إرشادات السلامة:

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

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 دَلْكِ القضيب البلاستيكيَ بقطعة الصوف.

.....

.....

.....

2. أُحَدِّدُ السائلَ الذي ينجذبُ نحو القضيب البلاستيكيّ.

.....

.....

.....

3. **أستنتجُ** أيٌّ مِنَ السائليَن له خصائصُ قطبيّة.

.....

.....

.....

أسئلةُ تفكير

السؤالُ الأولُ: يبيِّنُ الجدولُ الآتي درجة انصهار هيدريدات عناصر المجموعة السادسة:

المادّة	درجةُ الانصهار (K)	درجةُ الانصهار (°C)
H_2O	273	0
H_2S	191	-82
H_2Se	207	-66
H_2Te	224	-49

1. **أُفَسِّرُ:** تُعَدُّ درجة انصهار الماء شاذّةً عن باقي الموادّ في الجدول.

.....

.....

.....

2. **أتوقَّعُ** الجُزَيءَ الذي له أكبرُ كتلة موليّة، مُدَعِّمًا إجابتي.

.....

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** ارتفاع درجة انصهار الماء مقارنةً بدرجة انصهار الموادّ الأُخرى في الجدول.

.....

.....

.....

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 منتجًا 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؟

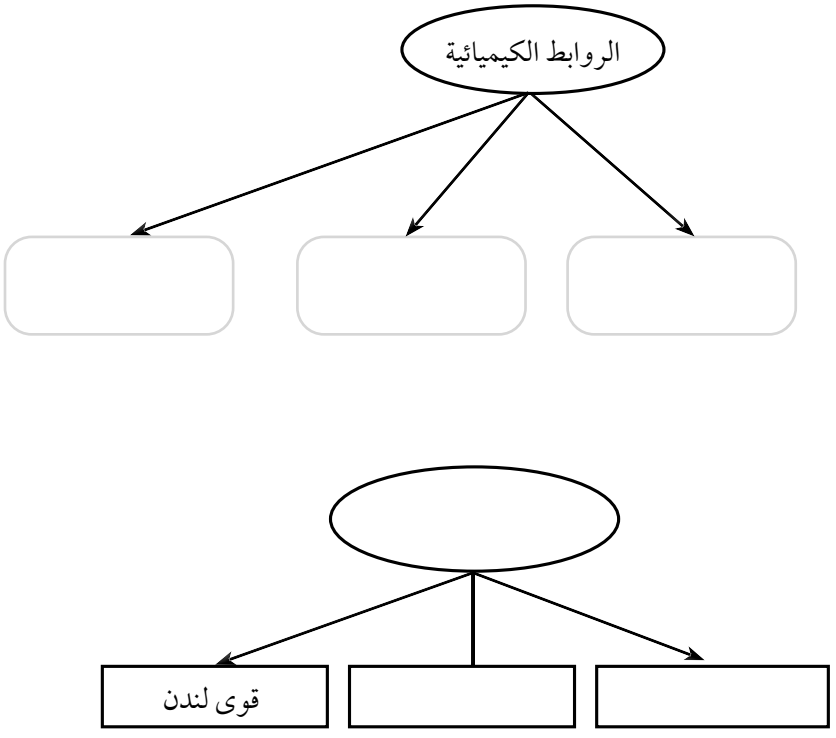
.....
.....
.....

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. أدرس الخريطة المفاهيمية وأملأ الفراغات فيها بالمفاهيم المناسبة.

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



العلاقةُ بينَ حجمِ الغازِ ودرجةِ حرارتِهِ عندَ ثباتِ الضغط

الخلفية العلمية:

كان العالِمُ شارل مِنَ المُهتمّين بالمناطيد والبالونات، وهو أوَّلُ مَنِ استخدمَ غازَ الهيدروجين لملئها، وقد درسَ العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط، وتوصّلَ من تجاربه إلى أنّ: "حجمَ كميّة محدّدة مِنَ الغاز المحصور يتناسبُ تناسبًا طرديًّا معَ درجة حرارته عند ثبات ضغطه".

الهدف: أستكشفُ العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط.

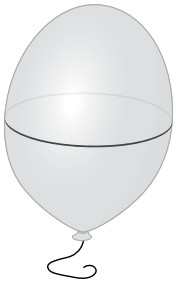
المواد والأدوات:

بالونان، قلم تخطيط، متر مصنوع من القماش أو الورق ، حمّام ثلجيّ، حمّام مائيّ ساخن.

إرشادات السلامة:

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

خطوات العمل:



1. أُحضرُ بالونين وأنفخُهما وأربطُ فوّهةَ كلٍّ منهما جيّدًا، ثمّ أرسُمُ باستخدام القلم دائرةً على كلٍّ منهما، كما في الشكل .
2. **أقيسُ** محيط كلٍّ منهما، ثمّ أُسَجّلُه.
3. **أُجَرِّبُ**: أضعُ أحدَ البالونين في حمّام ثلجيّ والآخرَ في حمّام مائيّ ساخن مدّة 10 min.
4. **أقيسُ**: أُخرِجُ البالونَين، وأقيسُ محيطَ كُلٍّ منهما مباشرةً، ثمّ أُسَجّلُ ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. أصِفُ التغيُّرَ في حجم البالون الذي وُضع في الحمّام الثلجيّ.

.....

.....

2. أصِفُ التغيُّرَ في حجم البالون الذي وُضع في الحمّام المائيّ الساخن.

.....

.....

3. **أستنتجُ** العلاقَة بين درجة حرارة الهواء داخلَ البالون وحجمِه عند ثبات الضغط.

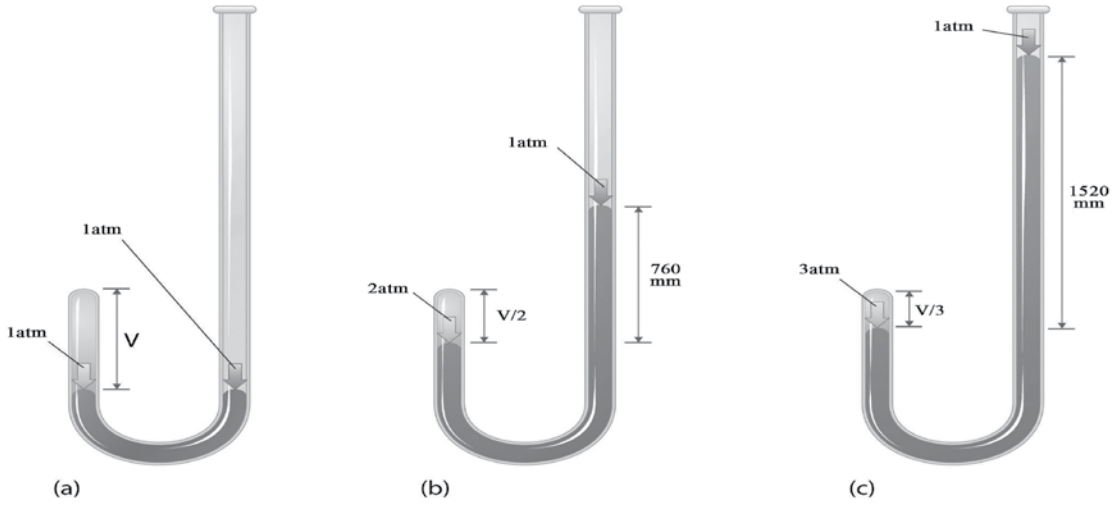
.....

.....

قانونُ بويل

الخلفية العلمية:

يُعَدُّ العالِمُ بويل من أوائل العلماء الذين بحثوا في خصائصَ الغازات؛ إذ درسَ العلاقة بين حجم كميّة محدّدة منَ الغاز المحصور والضغط المؤثِّر فيه عند ثبات درجة حرارته، مُستخدمًا في دراسته أُنبوبًا على شكل حرف (ل) مغلقًا من أحد طرفيه، وضع فيه كميّةً منَ الزئبق وحرّكَهُ للتأكّد من دخول الهواء فيه ثمّ قاسَ حجم الهواء المحصور عند طرفِهِ المغلق، علمًا أنَّ ضغطَهُ يساوي واحد ضغط جوي (1atm)، كما يظهرُ في الشكل A، ثمّ ضاعف بويل الضغط المؤثِّرَ في الغاز بإضافة كميّة منَ الزئبق (760 mmHg)، ولاحظ أنَّ حجم الغاز المحصور قلَّ إلى النصف، أنظرُ الشكل B، وعندما ضاعف الضغط ثلاثَ مرّات بالطريقة السابقة نفسِها لاحظ أنَّ حجم الغاز المحصور قلَّ إلى الثلث، أنظرُ الشكل C، فتوصَّلَ من ذلك إلى العلاقة بين حجم الغاز المحصور والضغط المؤثِّرِ فيه عند ثبات درجة حرارته، التي سُمِّيَت قانونَ بويل، وينصُّ على أنَّ: "حجمَ كميّة محدّدة منَ الغاز المحصور يتناسبُ عكسيًّا معَ الضغط المؤثِّرِ فيه عند ثبات درجة حرارته".



الهدف: أستقصي العلاقةَ بين حجم الغاز وضغطه عند ثبات درجة حرارته.

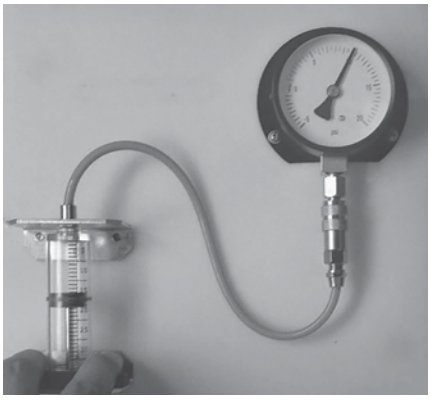
المواد والأدوات:

مِحقن طبيّ 50 mL، ساعة لقياس الضغط، أُنبوب مطاطيّ.

إرشادات السلامة:

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

خطوات العمل:



1. أُرَكِّبُ الجهازَ، كما هو موضَّحٌ في الشكل.
2. أُحكِمُ إغلاقَ الأُنبوب المطاطيّ في المِحقن وساعة قياس الضغط.
3. أسحَبُ مكبس المِحقن الطبيّ إلى أعلى، ثمّ أُسَجِّلُ قيمةَ الضغط، وَأُكَرِّرُ ذلك عند بقيّة الحجوم في الجدول. أُسَجِّلُ ملاحظاتي.

الحجم (mL)	10	15	20	25	30	35	40
الضغط (atm)							

4. **أرسُمُ بيانيًّا** العلاقةَ بين حجم الهواء وضغطه.

التحليل والاستنتاج:

1. أصِفُ العلاقةَ بين ضغط الهواء وحجمه.

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** العلاقةَ بين ضغط الهواء وحجمه.

.....

.....

التجربةُ 2 قابليّةُ الغازاتِ للانتشار

الخلفية العلمية:

تتميَّزُ الغازاتُ بالعديد مِنَ الخصائص الفيزيائيّة، منها الانتشار Diffusion، الذي يُعرَّفُ بأنَّهُ عمليّةُ اختلاطِ الغازات تدريجيًّا معَ بعضها نتيجةَ انتقالها مِنَ المنطقة الأعلى تركيزًا إلى المنطقة الأقلّ تركيزًا، وتحدثُ عمليّة الانتشار لأنّ جُزَيئات الغاز متباعدةٌ وفي حركة مستمرّة وسريعة وعشوائيّة؛ ما يسمح لها بالاختلاط بغيرها مِنَ الغازات، وتختلفُ الغازاتُ في سرعة انتشارها اعتمادًا على كتلتها الموليّة، فكلّما كانت كتلةُ الغازِ الموليّةُ أقلَّ زادت سرعةُ انتشاره.

الهدف: أستقصي قابليةَ الغازات للانتشار.

المواد والأدوات:

أُنبوب زجاجيّ مفتوح الطرفين، حامل وماسك، قطعتان صغيرتان منَ القطن، محلول حِمض HCl تركيزُه (6 M)، محلول الأمونيا NH_3 مركّز، سدادتان منَ الفِلّين، مِلقط.

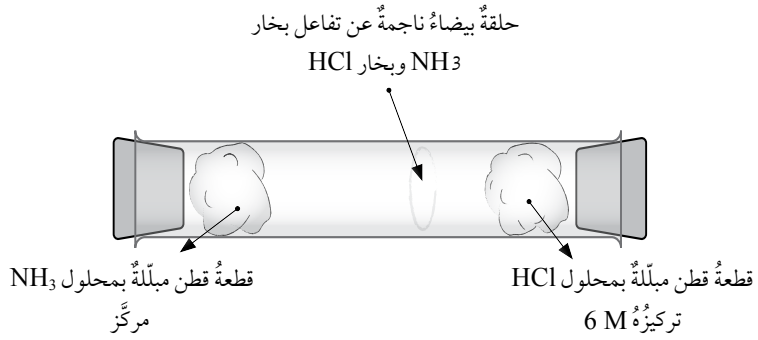
إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ والكمامة.
- أحذَرُ من تذوّقِ محلول حِمض الهيدروكلوريك أو محلول الأمونيا أو لمسِهما بيديّ.

خطوات العمل:

1. أُثَبِّتُ الأُنبوب الزجاجيَّ أُفقيًّا على الحامل مُستعملًا الماسك.
2. أُبَلِّلُ إحدى قطعتي القطن بمحلول حِمض HCl، والأخرى بمحلول NH_3.

3. أضَعُ إحدى قطعتي القطن المُبَلّلتين في طرف الأُنبوب الأيمن والأُخرى في طرفه الأيسر، وأُغلقُ كلَّ طرف بالسدادة، كما في الشكل.



4. **أُلاحِظُ** ما يحدثُ داخلَ الأُنبوب. هل تكوّنت حلقةٌ بيضاءُ داخلَه؟
5. أَصِفُ موقعَ تكوُّنِ الحلقة داخلَ الأُنبوب بالنسبة إلى كُلٍّ مِنَ قطعتي القطن.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفَسِّرُ** باستخدام المعادلة الكيميائيّة التفاعلَ الحادث.

.....

.....

2. **أستنتجُ** أيُّ الغازَين أسرعُ انتشارًا، وَأُفَسِّرُ ذلك.

.....

.....

التجربةُ 3 قابليّةُ السوائلِ للانتشار

الخلفية العلمية:

يوصَفُ السائلُ بأنَّهُ مادّةٌ ذاتُ حجم ثابت تأخذ شكلَ الإناء الذي توضع فيه، ويمكن فهمُ خصائص السوائل اعتمادًا على حركة جُزَيئاتها وقوى التجاذب بينها، فجُزَيئاتُ السائل في حركة مستمرّة وعشوائيّة كالغازات، ولكنّ جُزَيئاتها متقاربة؛ ما يُقَلِّلُ من سرعة انتشارها واختلاطها بسائلٍ آخرَ مقارنةً بالغازات. وتزداد سرعةُ انتشار السائل بزيادة درجة الحرارة؛ وذلك لزيادة طاقة الجُزَيئات الحركيّة وسرعتها.

الهدف: أستقصي قابليّةَ السوائل للانتشار وتأثُّرَها بدرجة الحرارة.

المواد والأدوات:

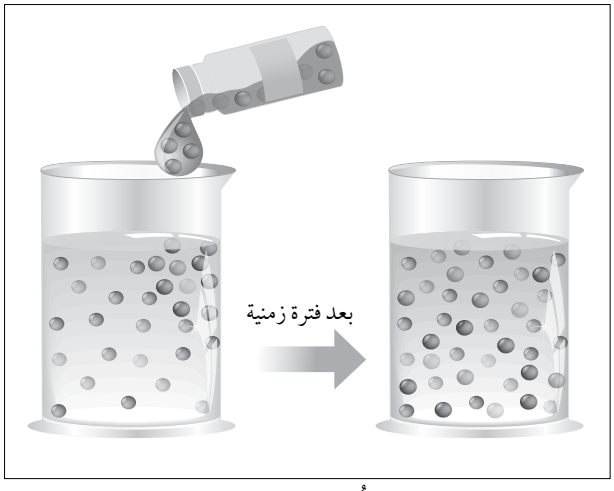
كأسان زجاجيّتان سَعةُ كُلٍّ منهما 500 mL، حبر سائل، مصدر حرارة، ميزان حرارة، ساعتا وقف، قطّارة.

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ والكمامة.

خطوات العمل:

1. أضعُ 250 mL منَ الماء في كُلٍّ مِنَ الكأسين.
2. أُسخّنُ إحدى الكأسين حتى تصبح درجةُ حرارة الماء فيها 60°C، ثمّ أُبعدُها عن مصدر الحرارة.
3. أستخدمُ القطّارةَ لوضع نقطة حبر في كلّ كأس.
4. **أقيسُ** زمنَ انتشار الحبر في كُلٍّ مِنَ الكأسين باستخدام ساعة الوقف.
5. **أُلاحظُ** الفرقَ بين سرعة انتشار الحبر في كلا الكأسين.



قابليّةُ السوائل للانتشار.

التحليل والاستنتاج:

1. أيُّ الكأسين كان انتشارُ الحبر فيها أسرع؟

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** انتشارَ الحبر في الماء في كلا الكأسين.

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** اختلافَ سرعة انتشار الحبر باختلاف درجة الحرارة.

.....

.....

التجربةُ 4 العواملُ المُؤثِّرَةُ في سرعةِ التبخُّر

الخلفية العلمية:

تحدثُ عمليّةُ التبخُّر عندما تكون طاقةُ بعضِ جُزَيئات السائل الحركيّةُ كافيةً للتغلُّبِ على قوى التجاذب بينها وبين الجُزَيئات المحيطة بها، فتفلتُ من سطح السائل إلى الحالة الغازيّة. وتختلفُ السوائلُ في سرعة تبخُّرها اعتمادًا على قوى التجاذب بين جُزَيئاتها عند ثبات درجة الحرارة، فكلّما كانت قوى التجاذب بين جُزَيئات السائل أكبرَ قلّت سرعة تبخُّره. وتزدادُ سرعة التبخُّر بزيادة درجة الحرارة؛ إذ تزدادُ طاقةُ حركة الجُزَيئات ويزدادُ عددُ الجُزَيئات التي تمتلكُ الحَدَّ الأدنى منَ الطاقة اللازمة للتبخُّر فتزدادُ سرعة التبخُّر.

الهدف: أستقصي العواملَ المؤثِّرَةَ في سرعة تبخُّر السائل.

المواد والأدوات:

أسيتون، كحول الإيثانول، ثنائي إيثل إيثر، مِخبار مدرّج (10 mL) عدد (3)، أُنبوب اختبار عدد (6) وَأُرَقِّمُها، كأس زجاجيّة سَعَةُ (200 mL)، (100 mL) ماء ساخن درجة حرارته 40 °C ، حامل أنابيب اختبار.

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ والكمامة.
- أحذَرُ مِن استنشاق الموادّ العضويّة على نحوٍ مباشر.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ** (10mL) منَ الأسيتون باستخدام المِخبار المدرّج وأضعُها في أُنبوب الاختبار رقم (1)، وكذلك الحال في أُنبوب الاختبار رقم (2)، وَأُكَرِّرُ ذلك بالنسبة إلى كحول الإيثانول (أُنبوبا الاختبار 3 ، 4) وثنائي إيثل إيثر (أُنبوبا الاختبار 5 ، 6).
2. أضَعُ أنابيبَ الاختبار 1 ، 3 ، 5 في حامل الأنابيب قريبًا منَ النافذة، وأتركُها مدّةَ (10 min).
3. أضَعُ أنابيبَ الاختبار 2 ، 4 ، 6 في الكأس الزجاجيّة المحتوية على الماء الساخن بدرجة 40 °C، وأتركُها مدّةَ (5 min).

4. **أقيسُ** كميّةَ السائل المتبقيةَ في كلّ أُنبوب اختبار باستخدام المِخبار المدرّج، ثمّ أُسجِّلُها.
5. **أُنظِّمُ البيانات:** أُسجِّلُ الكميّاتِ المتبقيّةَ من كُلِّ سائل في الجدول.

اسمُ السائل						
رَقْمُ الأُنبوب	1	2	3	4	5	6
كميّةُ السائل						

6. **أُقارنُ** الكميّةَ المتبقيّة مِنَ السائل نفسِه في الحالتين.

التحليل والاستنتاج:

1. أُرَتِّبُ السوائلَ الثلاثة حَسَبَ سرعة تبخُّرها.

.....

.....

2. أُحَدِّدُ نوعَ قوى التجاذب بين جُزَيئات كُلِّ سائل.

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** اختلافَ السوائل الثلاثة في سرعة تبخُّرها اعتمادًا على قوى التجاذب بين جُزَيئاتها.

.....

.....

4. **أستنتجُ** العلاقةَ بين نوع قوى التجاذب بين جُزَيئات السائل وسرعة تبخُّره.

.....

.....

5. **أستنتجُ** العلاقةَ بين درجة الحرارة وسرعة تبخُّر السائل.

.....

.....

قياسُ درجةِ انصهارِ الكبريت S_8

الخلفية العلمية:

تُعرفُ درجةُ الانصهار بأنَّها درجةُ الحرارة التي تتحوَّلُ عندها المادّةُ مِنَ الحالة الصُّلبة إلى الحالة السائلة، وهي درجة الحرارة التي تمتلكُ جُسَيمات المادّة عندها ما يكفي مِنَ الطاقة للتغلُّبِ على قوى التجاذب التي تربطها معًا في البلّورة، وهي مِنَ ثوابتِ المادّة الفيزيائيّة التي تميِّزُها عن أيّ مادّة أُخرى. وتبلغ درجة انصهار الكبريت 119 °C. وَتُعَدُّ درجة الانصهار مقياسًا لدرجة نقاوة المادّة، فالفرقُ بين بداية عمليّة انصهارالمادّة النقيّة ونهايتها يكونُ (مدى درجة الانصهار) من 0.5 °C إلى 1.0 °C، بينما يكونُ الفرقُ بينهما كبيرًا في المادة غير النقيّة التي تحتوي على شوائب.

ولتحديد درجة انصهار المادة تُدخَلُ كميّةٌ صغيرة من مسحوقها في أُنبوبة شَعريّة مغلقة من أحد أطرافها، وَتُربَطُ معَ ميزان الحرارة بحيث تكون عينتُها بمحاذاة مستودع زئبقِ ميزانِ الحرارة، ثمّ تُسَخَّنُ في حمّام زيتيّ (زيت البرافين) ببطء، وَتُلاحظُ درجةُ الحرارة التي تبدأ عندها المادّةُ بالانصهار ودرجةُ الحرارة التي يكتملُ عندها انصهارُها.

أمّا استخدامُ زيت البرافين في عمليّة التسخين فيعود إلى أسباب عِدّة، منها: ارتفاعُ درجة غليانه (أكبر من 300 °C) مقارنةً معَ الماء، وكثافتُهُ أعلى مِنَ الماء، وهو ما يساعد في تسخين المادّة على نحوٍ هادئ، كما أنه شفّافٌ يمكن الرؤيةُ بوضوح من خلاله، وهو مادّةٌ آمنة لا تنتجُ أبخرةً سامّة عند تسخينها، ويتحمّلُ درجاتِ حرارة عالية دون أن يتفكّك، وغيرُ قابل للاشتعال.

الهدف: أستكشفُ درجة انصهار الكبريت S_8 .

المواد والأدوات:

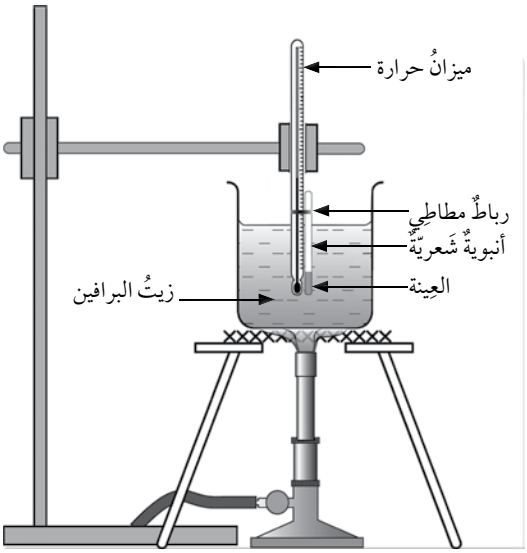
كأس زجاجيّة سَعَةُ (200 mL)، زيت برافين (100 mL)، ساق زجاجيّة للتحريك، ميزان حرارة، أُنبوبة شعريّة، شريط مطاطيّ صغير، حامل، ماسك، شبكة معدِنيّة، لهب بنسن، 5 g مِنَ الكبريت S_8 الصُّلب.

إرشادات السلامة:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامّة في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ والكمامة.
- أحذَرُ مِن استنشاق الموادّ العضويّة على نحوٍ مباشر.
- أُسَخِّنُ الزيتَ على نار هادئة حتى لا يغلي.

خطوات العمل:

1. أحضر أنبوبة شعرية وأغلق أحد طرفيها بتسخينه على لهب بنسن مع تحريك الأنبوبة حركة دائرية خلال التسخين.
2. أُدخِلُ العينة في الأُنبوبة الشعريّة (إلى حَدٍّ لا يتجاوز 2-3 mm)، وذلك بضغط طرفها المفتوح في كميّة من مسحوق الكبريت S_8، ثمّ أقلبها وأجعلُ المادّةَ الصُّلبة تهبط إلى الطرف المغلق بطرق طرف الأُنبوبة بلطف على الطاولة، وَأُكَرِّرُ العمليّة حتى أُدخِلَ كميّةَ العينة المطلوبة.



3. أربطُ الأُنبوبة الشعريّة على نحوٍ موازٍ معَ ميزان الحرارة بالشريط المطاطيّ، وأحرصُ على أن يكون مستوى العينة بمحاذاة مستودع الزئبق.
4. أضَعُ 100 mL من زيت البرافين في كأس زجاجيّة سَعة 200 mL، ثمّ أُثَبِّتُ ميزانَ الحرارة والأُنبوبة الشَّعريّة بالماسك في وسط الحمّام الزيتيّ، وأحرصُ على أن يكون مستوى الشريط المطاطيّ فوقَ مستوى سطح الزيت وألّا يلامَس ميزانُ الحرارة أو الأُنبوب الشَّعريُّ قعرَ الكأس أو جوانبه، كما في الشكل.
5. أُسَخِّنُ الكأسَ الزجاجيّة على نار هادئة، معَ مراعاة تحريك الزيت على نحوٍ مستمرّ باستخدام الساق الزجاجيّة.
6. أُراقِبُ العينة، وَأُسَجِّلُ درجة الحرارة لحظةَ بدء انصهار المادّة وعند انصهارها تمامًا.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفَسِّرُ** سببَ استخدام مسحوق المادّة المُرادِ قياسُ درجة انصهارها.

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** سببَ استخدام زيت البرافين في عمل الحمّام الزيتيّ.

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** سببَ وضع الأُنبوبة الشَّعريّة بحيث تكون العينة بمحاذاة مستودع الزئبق في ميزان الحرارة مباشرة.

.....

.....

4. **أُفَسِّرُ** سببَ تثبيت ميزان الحرارة والأُنبوبة الشَّعريّة المرتبطة به بحيث يكون في وسط الحمّام الزيتيّ خلالَ عمليّة التسخين.

.....

.....

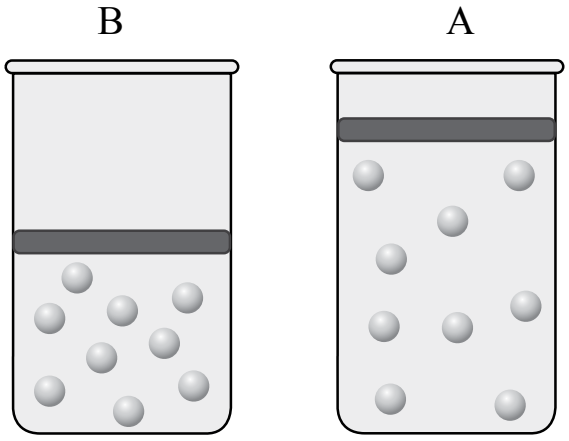
5. **أتوقَّعُ**: هَلِ المادّةُ نقيةٌ أم لا؟

.....

.....

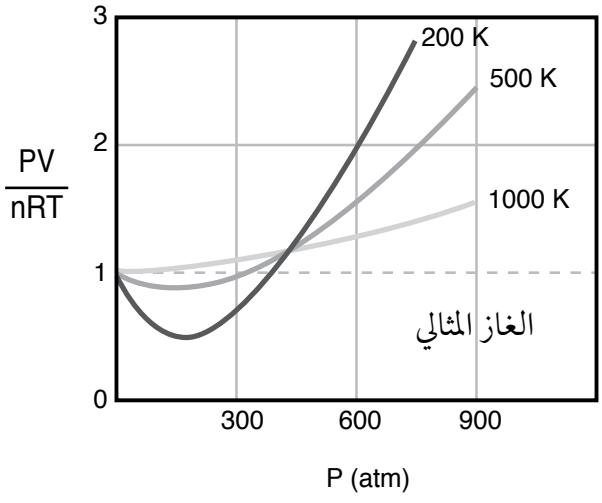
أسئلةُ تفكير

السؤالُ الأولُ: أذكرُ أربعة تغيّراتٍ تحدثُ للغاز في حالة الانتقال مِنَ الوضع A إلى الوضع B عند ثبات درجة الحرارة.



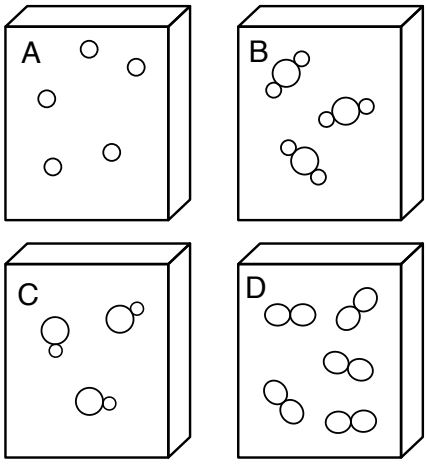
السؤالُ الثاني:

اعتمادًا على قانون الغاز المثالي PV=nRT، فإنّ النسبة PV/nRT = 1 للغاز المثاليّ على جميع قِيَمِ الضغط ودرجات الحرارة. ويمثِّلُ الشكلُ تغيُّرَ هذه النسبة معَ زيادة الضغط لغاز النيتروجين N_2 عند ثلاث درجات حرارة 1000 K، 500 K، 200 K. وعليه، فأُجيبُ عنِ الآتي:



1. أدرُسُ الشكل، ثمّ أُحَدِّدُ درجة الحرارة التي يكون سلوكُ غاز النيتروجين عندها أقربَ إلى سلوك الغاز المثاليّ.
2. **أُفَسِّرُ** انخفاضَ قيمة النسبة PV/nRT عن (1) عند درجة حرارة 200 K وضغط 200 atm.
3. بفرض أنّ سلوك جميع الغازات يشبه سلوكَ الغاز المثاليّ على جميع قِيَم الضغط ودرجة الحرارة، فهل يمكنُ تحويلُها إلى الحالة السائلة أو الصُّلبة؟ **أُفَسِّرُ** إجابتي.

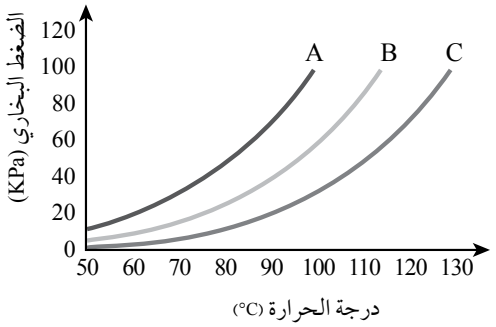
السؤالُ الثالث:



الأشكالُ المجاورة تمثِّلُ 4 عينات متساوية في الحجم لأربعة غـازات مختلفـة. اعتمادًا عليـها، أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

1. هـل لهذه العينـاتُ الأربعـة الظروفُ نفسُها مِنَ الضغط ودرجـة الحرارة؟ **أُفَسِّرُ** إجابتي.
2. إذا كانـت الكتلـة المولـيّـة للغـاز A (Mr = 20 g/mol) وللغـاز D (Mr = 32 g/mol)، فـأيُّ الغازيــن أكثـرُ كثافـة؟
3. أيُّ الغازين؛ A أم D، يزداد حجمُهُ لكي تصبح كثافتُهُما متساوية؟
4. إذا كان الغازان A و C متساويين في الكتلة المولـيّة، فهل كثافتُهُما متساوية ؟ **أُفَسِّرُ** إجابتي.

السؤالُ الرابع: قاس مجموعةٌ مِنَ الطلبة عند درجات حرارة مختلفة الضغط البخاريَّ لعدد مِنَ السوائل النقية التي تختلفُ قوى التجاذب بين جُزَيئاتها. إذا كان المنحنى البيانيُّ الآتي يمثِّلُ تغيُّرَ الضغط البخاري لهذه السوائل النقية معَ تغيُّرِ درجة الحرارة، فأدرسُ الشكلَ، ثمّ أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:



1. أُوَضِّحُ كيف يتغيَّرُ الضغط البخاريُّ للسائل بتغيُّرِ درجة الحرارة.

.....

.....

2. أُحَدِّدُ السائلَ الذي له أعلى ضغط بخار عند درجة حرارة 80 °C.

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** اختلافَ الضغط البخاريّ للسوائل الثلاثة عند درجة الحرارة نفسِها.

.....

.....

4. **أتوقَّعُ** نوع قوى التجاذب بين جُسَيمات كلِّ سائل (روابط هيدروجينيّة، تجاذب ثنائيّ القطب، قوى لندن)، وأبرِّرُ توقُّعاتي.

.....

.....

خصائص المحاليل

الخلفية العلمية:

تشتركُ المحاليلُ في خصائصها العامّة، وتصنَّفُ بناءً على الأُسُس نفسِها، كحالة إشباع المُذيب، وحالته الفيزيائيّة، وتوصيله الكهرَبائيّ، وَيُعَبَّرُ عن تراكيزها باستخدام الوحدات الكميّة نفسِها. وقد وجد الكيميائيون أنّ الموادَّ المُذابة تؤثِّرُ في بعض الخواص الفيزيائية للمذيبات الفيزيائيّة، وهو تأثيرٌ يعتمدُ على كميّة جُسَيمات المُذاب الموجودة في المحلول، وليس على طبيعة جُسَيمات المادّة المُذابة نفسِها أو نوعِها. وَتُسمّى الخواصُّ الفيزيائيّةُ للمحاليل، التي تتأثَّرُ بعدد الجُسَيمات، الخواصَّ الجامعةَ للمحاليل، وهي: انخفاضُ الضغط البخاريّ، وارتفاعُ درجة الغليان، وانخفاضُ درجة التجمُّد والضغطِ الأُسموزيّ.

الهدف: أستقصي درجة غليان المحلول.

الموادُّ والأدواتُ:

دورق مخروطيّ سَعة 200 mL ، دورق تقطير سَعة 200 mL، مقياس حرارة، لهب بنسن، حامل معدِنيّ، شبكة تسخين، ماء مقطّر، أنابيب مطاطيّة، مكثّف زجاجيّ، سُكّر المائدة، حُبيبات الغليان، مِخبار مدرّج، ميزان حسّاس.

إرشادات السلامة:

أحذرُ عند التعامل معَ الأدوات الزجاجيّة ومعَ لهب بنسن، وأرتدي القفازاتِ والنظاراتِ الواقيةَ ومعطفَ المختبر.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ:** 10 g منَ السُّكّر بالميزان، وأُذيبها في 100 g منَ الماء المقطّر، ثمّ أضعُها في دورق التقطير.
2. **أُطبِّقُ:** أُضيفُ 3 - 4 من حُبيبات الغليان إلى المحلول، ثمّ أُركِّبُ جهازَ التقطير، كما هو موضَّحٌ في الشكل.
3. **أُسَجِّلُ البيانات:** أُسَخِّنُ المحلول، ثمّ أُسجِّلُ قراءةَ مقياس الحرارة كلَّ 5 دقائق، وأستمرُّ إلى ما بعد الغليان بِقِراءتَيْن.
4. **أُطبِّقُ:** أُكَرِّرُ الخُطواتِ السابقةَ بإذابة 20 g مِنَ السُّكّر في 100 g مِنَ الماء المُقَطَّر.

التحليل والاستنتاج:

1. ما درجةُ الحرارة التي يغلي عندها كلٌّ محلول مِنَ المحلولين؟

.....

.....

2. أصِفُ التغيُّرَ في قراءة مقياس الحرارة لكلٍّ مِنَ المحلولين.

.....

.....

3. **أُقارنُ** درجة غليان المحلول بدرجة غليان الماء النقي.

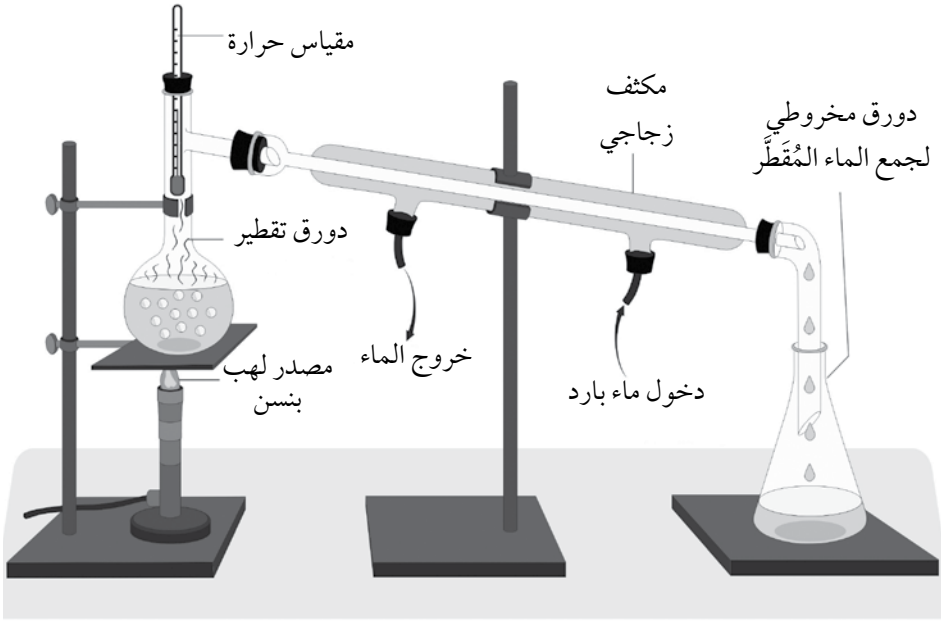
.....

.....

4. **أُفَسِّرُ** اختلافَ درجة غليان المحلول عن درجة غليان الماء النقي.

.....

.....



التجربةُ 1 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) على مول واحد 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.

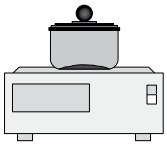
الهدف: أستقصي طريقة تحضير محلول قياسي من بيرمنغنات البوتاسيوم.

الموادُّ والأدواتُ:

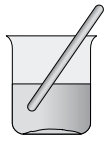
بيرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$، ميزان حسّاس، دورق حجميّ سَعة 500 mL ، ماء مُقَطَّر، ساق تحريك زجاجيّ، كأس زجاجيّة سَعة 100 mL، ملعقة، صحن زجاجيّ، قطّارة.

إرشادات السلامة:

أحذَرُ عند التعامل معَ الموادّ الكيميائيّة، وأرتدي القفازاتِ ومعطفَ المختبر.

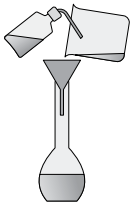


الخطوة (1): أزِنُ كتلةً محدّدة مِنَ المُذاب.



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** باستخدام الميزان الحسّاس g 0.79 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. **أحسُبُ** عددَ مولات بيرمنغنات البوتاسيوم. ($Mr = 158\ g/mol$) .

.....

.....

2. **أحسُبُ** مولاريّةَ المحلول الناتج.

.....

.....

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

.....

.....

التجربة 2 الانخفاضُ في درجة التجمد

الخلفيّةُ العلميّة:

يُعَدُّ الانخفاضُ في درجة التجمُّد مِنَ الخصائص الجامعة للمحاليل، التي تعتمد على عدد جُسَيمات المُذاب وليس نوعها. وتكون دائمًا درجة تجمُّد المحلول أقلَّ من درجة تجمُّد المُذيب النقي، كما تحولُ جُسَيماتُ المُذاب دونَ تجمُّد المُذيب وتمنعُهُ مِنَ التحوُّل إلى الحالة الصُّلبة. وَمِنَ التطبيقات العمليّة على درجة التجمُّد إضافة الأملاح إلى الجليد لتقليل درجة تجمُّده؛ ما يؤدّي إلى عدم تَكَوُّنِهِ على الطُّرُق في أثناء فصل الشتاء.

الهدف: أستقصي مقدار الانخفاضِ في درجة التجمُّد.

الموادُّ والأدواتُ:

1. كأسان زُجاجيَّتان سَعة كُلٍّ منهما 300 mL ، جليد مجروش، ماء مُقَطَّر، ساق تحريك زجاجيّ، مقياس حرارة غير زئبقيّ، ملح الطعام NaCl الخشن، ميزان حساس.

إرشادات السلامة:

- أرتدي معطفَ المختبر والقفّازين والنظاراتِ الواقية.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ**: أضَعُ 250 g منَ الجليد المجروش في كل كأس زجاجيّة.
2. أُضيفُ إلى كلِّ كأس 50 mL منَ الماء المُقَطَّر.
3. **أقيسُ**: درجةَ حرارة خليط الجليد والماء في كُلٍّ مِنَ الكأسين باستخدام مقياس الحرارة، وَأُسَجِّلُ القراءة.
4. أُحَرِّكُ بِساق التحريكِ الزجاجية محتوياتِ كلِّ كأسٍ مدّةَ دقيقةٍ ونصف حتى تصبح درجتا حرارة الكأسين متماثلتين، وَأُسَجِّلُها.
5. **أُلاحظُ**: أُضيفُ 50 g مِنَ الملح إلى إحدى الكأسين، وأحرِّكُ محتوياتِ كُلٍّ منهما، ثمّ أُسَجِّلُ درجة الحرارة عند ثباتها.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُقارنُ** بين درجة حرارة الكأسين في الخطوة 5.

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** أثرَ أيونات الملح (Na^+ , Cl^-) الموجودةِ في المحلول في انخفاض درجة التجمّد.

.....

.....

ذائبية الغازات

الخلفية العلمية:

تعرفُ الذائبيّةُ بأنَّها أكبرُ كميّة مِنَ المادّة المُذابة التي تذوبُ في g 100 مِنَ المُذيب عند درجة حرارة معيّنة. وتتأثَّرُ ذائبيّةُ الغازات في المُذيبات السائلة بطبيعة الغاز ودرجة حرارته وضغطه، وتزداد ذائبيّةُ الغاز بزيادة كتلته المولّية؛ وذلك بسبب زيادة قوى التجاذب بين جُسَيماته وجُزَيئات الماء، وفي حالة الغازات القطبيّة، مثل غاز الأمونيا وغاز كلوريد الهيدروجين، تزدادُ الذائبيّةُ بسبب حدوث تفاعل بين جُسَيمات الغاز وجُزَيئات الماء القطبيّة، كما تقلُّ ذائبيَّتُهُ بزيادة درجة حرارة المحلول؛ حيث تزداد الطاقة الحركية للجسيمات إلى حَدٍّ كافٍ للتغلُّبِ على قوى التجاذب، فتتحرَّرُ جُسَيماتُ الغاز مغادرةً المحلول، وعند زيادة الضغط الخارجيّ فوقَ المحلول تزداد ذائبيّة الغاز.

الهدف: أستقصي أثرَ كُلٍّ من درجة الحرارة والضغط في ذائبيّة الغازات.

الموادُّ والأدواتُ:

ماء مُقَطَّر، بالونان، مِحقن طبيّ 10 mL، زجاجة مشروبات غازيّة مملوءة، دورق حجمي سَعة 200 mL عدد (3)، كأس زجاجيّة سَعة 200 mL، لاصق، لهب بنسن.

إرشادات السلامة:

أحذَرُ عند التعامل معَ اللهب.

خطوات العمل:

1. **أقيسُ**: أستخدمُ دورقين حجميين، وأضَعُ في كُلٍّ منهما 10 mL مِنَ المشروب الغازيّ.
2. أُثَبِّتُ بالونًا على فوّهة كُلِّ دورق باستخدام اللاصق.
3. **أُلاحِظُ**: أضَعُ أحدَ الدورقين في حمّام مائيّ ساخن، والدورق الآخرَ على سطح الطاولة في درجة حرارة الغرفة، وَأُلاحِظُ التغيُّراتِ التي تحدثُ في حجم البالونين، ثمّ أُسَجِّلُ ملاحظاتي.
4. **أقيسُ**: أضَعُ 30 mL مِنَ المشروب الغازيّ في دورق حجمي، ثمّ أُغلِقُهُ بإحكام مُستَخدِمًا سدّادة المطاط.
5. **أُلاحِظُ**: أُدخِلُ المِحقنَ الطبيَّ من خلال سدّادة الدورق المطاطيّة، ثمّ أسحبُ مكبسَ المِحقن، وأُلاحِظُ فقاعاتِ الغاز المتصاعدة.

التحليل والاستنتاج:

1. أصِفُ التغير في حجم البالونين في الخطوة (3).

.....

.....

2. **أستنتجُ** أثرَ درجة الحرارة في ذائبيّة الغاز.

.....

.....

3. **أُفَسِّرُ** تصاعد فقاعات الغاز في الخطوة 5.

.....

.....

4. **أُفَسِّرُ** لماذا لا تُملأ عبوةُ المشروب الغازيّ حتى النهاية.

.....

.....

أسئلةُ تفكير

السؤالُ الأولُ: أُقارنُ بين المخلوط المُعَلَّق والمخلوط الغرويّ والمحلول.

الخاصيّة	المخلوطُ المُعَلَّق	المخلوطُ الغرويّ	المحلول
نوع الجُسَيمات			أيونات، ذرّات، جُسَيمات صغيرة
حجم الجُسَيمات	1000 nm		
تأثير الضَّوء (تندال)	يتأثر بظاهرة تندال		
ترسيب جُسَيماتِه		لا تترسّب جُسَيماتُه	
الترشيح			لا يمكن ترشيح جُسَيماتِه
متجانس/ غير متجانس	غير متجانس		
مثال			محلول كلوريد الصوديوم

السؤالُ الثاني:

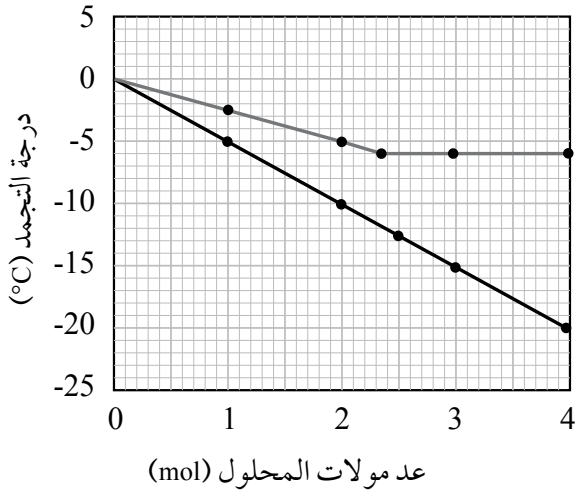
جُمِعَتْ بياناتُ تجاربِ قياس الانخفاض في درجة تجمُّد محلولي $CaCl_2$, NaCl عند تراكيزَ مولاليّةٍ مختلفة، كما يأتي:

Molality (m)	NaCl	$CaCl_2$
0.5	1.7	2.6
1.0	3.5	5.6
1.5	5.2	8.2
2.0	7.2	11.0

أستنتجُ العلاقةَ بين المولاليّة والانخفاض في درجة تجمُّد كُلٍّ مِنَ المحلولين.

السؤالُ الثالث:

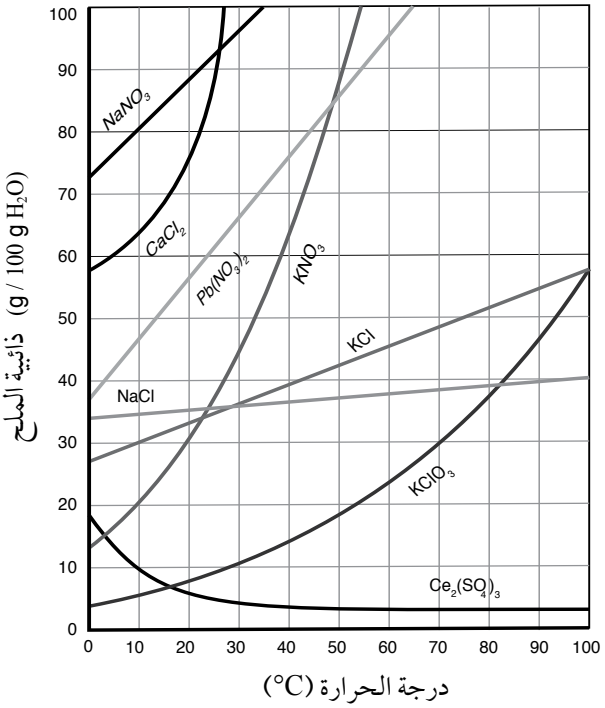
إذا عَلِمتُ أنّ الشكلَ المُجاوِرَ يمثِّلُ درجةَ تجمُّد محلولين (A و B) يختلفان في عدد المولات، فأجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:



1. **أُفَسِّرُ** اختلافَ رسم المحلولين بيانيًّا في الفترة التي فيها عددُ المولات 2-0.
2. **أُفَسِّرُ** لماذا لم يستمرَّ الانخفاضُ في درجة تجمُّد المحلول B.

السؤالُ الرابع:

1. ما درجةُ الحرارة التي تتساوى عندها ذائبيّةُ $Pb(NO_3)_2$ و KNO_3؟
2. ما مقدارُ ذائبيّة KCl عند درجة حرارة 60 °C؟
3. ما أكبرُ كميّةٍ من $CaCl_2$ يمكنُ أن تذوبَ في 1kg مِنَ الماء عند درجة 22 °C ؟



Collins