



المركز الوطني  
لتطوير المناهج والتقويم  
National Center  
for Curriculum Development and Evaluation



# الكيمياء

الصف الثاني عشر - المسار الأكاديمي

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الأول

12

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

تيسير أحمد الصبيحات

بلال فارس محمود

جميلة محمود عطية

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم

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

☎ 06-5376262 / 237 ☎ 06-5376266 ✉ P.O.Box: 1930 Amman 1118

📌 @nccdjor 📧 feedback@nccd.gov.jo 🌐 www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم في جلسته رقم (2025/2)، تاريخ 2025/2/25 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2025/43)، تاريخ 2025/4/30 م، بدءاً من العام الدراسي 2025 / 2026 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2025.

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

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

ISBN: 978 - 9923 - 863 - 95 - 4

المملكة الأردنية الهاشمية  
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية  
(2025/12/7314)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:	
عنوان الكتاب	الكيمياء، كتاب الأنشطة والتجارب العملية: الصف الثاني عشر، المسار الأكاديمي، الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2025
رقم التصنيف	375,001
الوصفات	/ تطوير المناهج // المقررات الدراسية // مستويات التعليم /
الطبعة	الطبعة الثانية، مزيدة ومنقحة
	يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

المراجعة والتعديل	بلال فارس محمود
جميلة محمود عطية	د. فداء فايز العضايلة
التحكيم الأكاديمي	د. عماد محمد خير حمادنة
التصميم والإخراج	نايف محمد أمين مرashedة
التحرير اللغوي	سامر مازن الخطيب

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.

1446 هـ / 2025 م

الطبعة الأولى (التجريبية)

1447 هـ / 2026 م

الطبعة الثانية

# قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
<b>الوحدة الأولى: حالات المادة</b>	
4	تجربة استهلاكية: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط
6	قانون بويل
8	العوامل المؤثرة في سرعة التبخر
10	أسئلة تفكير
<b>الوحدة الثانية: المحاليل</b>	
16	تجربة استهلاكية: خصائص المخاليط
18	الانخفاض في درجة التجمد
19	أسئلة تفكير
<b>الوحدة الثانية: الاتزان الكيميائي</b>	
22	تجربة استهلاكية: تسامي اليود
24	أثر التركيز على موضع الاتزان
26	أثر درجة الحرارة في الاتزان
28	أسئلة تفكير
<b>الوحدة الأولى: الحموض والقواعد وتطبيقاتها</b>	
34	تجربة استهلاكية: خصائص الحمض والقاعدة
36	مقارنة قوة الحموض
38	تمية الأملاح
41	أسئلة تفكير

### الخلفية العلمية:

كان العالم شارل من المهتمين بالمناطيد والبالونات، وهو أول من استخدم غاز الهيدروجين لملئها، وقد درس العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط، وتوصل من تجاربه إلى أن: "حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته عند ثبات ضغطه".

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

### المواد والأدوات:



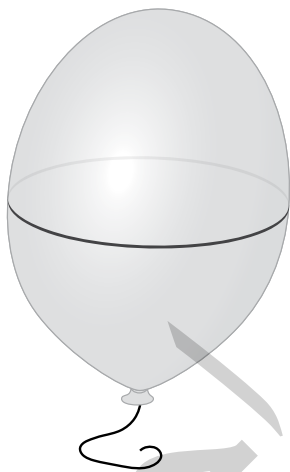
بالونان، قلم تخطيط، متر مصنوع من القماش أو الورق، حمام ثلجي، حمام مائي ساخن.

### إرشادات السلامة:



- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

### خطوات العمل:



1. أحضر بالونين وأنفخهما وأربط فوهة كل منهما جيداً، ثم أرسم باستخدام القلم دائرة على كل منهما، كما في الشكل.
2. أقيس محيط الدائرة المرسومة على كل منهما باستخدام المتر، ثم أسجله.
3. أجرب: أضع أحد البالونين في حمام ثلجي والآخر في حمام مائي ساخن مدة 10 min.
4. أقيس: أخرج البالونين، وأقيس محيط الدائرة المرسومة على كل منهما مباشرة، ثم أسجل ملاحظاتي.

## التحليل والاستنتاج:



1. أصفُ التغيُّر في حجم البالون الذي وُضع في الحمَّام الثلجيِّ.

.....  
.....

2. أصفُ التغيُّر في حجم البالون الذي وُضع في الحمَّام المائيِّ الساخن.

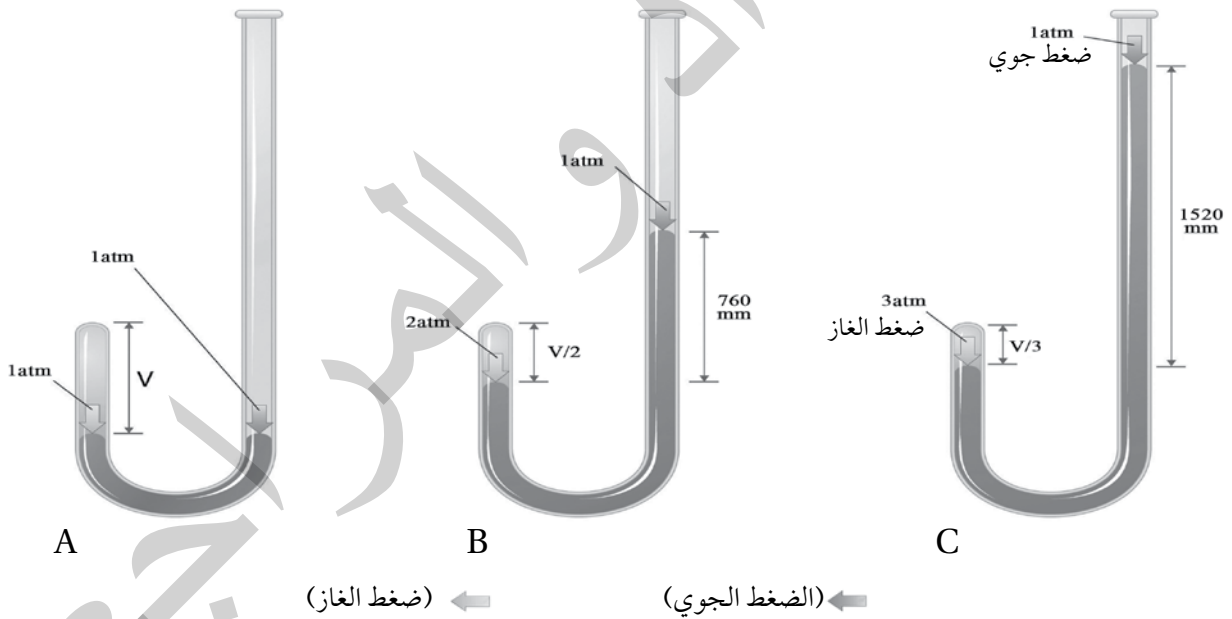
.....  
.....

3. أستنتجُ العلاقة بين درجة حرارة الهواء داخل البالون وحجمه عند ثبات الضغط.

.....  
.....

### الخلفية العلمية:

يُعدُّ العالمُ بويل من أوائل العلماء الذين بحثوا في خصائص الغازات؛ إذ درسَ العلاقة بين حجم كميةٍ محدَّدة من الغاز المحصور والضغط المؤثِّر فيه عند ثبات درجة حرارته، مُستخدماً في دراسته أنبوباً على شكل حرف (L) مغلقاً من أحد طرفيه، وضع فيه كميةً من الزئبق وحرَّكهُ للتأكد من دخول الهواء فيه ثمَّ قاسَ حجم الهواء المحصور عند طرفه المغلق، علماً أنَّ ضغطه يساوي واحد ضغط جوي (1atm)، كما يظهرُ في الشكل A، ثمَّ ضاعف بويل الضغط المؤثِّر في الغاز بإضافة كميةٍ من الزئبق (760 mmHg)، ولاحظ أنَّ حجم الغاز المحصور قلَّ إلى النصف، أنظرُ الشكل B، وعندما ضاعف الضغط ثلاث مرَّات بالطريقة السابقة نفسها لاحظ أنَّ حجم الغاز المحصور قلَّ إلى الثلث، أنظرُ الشكل C، فتوصَّل من ذلك إلى العلاقة بين حجم الغاز المحصور والضغط المؤثِّر فيه عند ثبات درجة حرارته، التي سُمِّيت قانون بويل، وينصُّ على أن: "حجم كميةٍ محدَّدة من الغاز المحصور يتناسبُ عكسياً مع الضغط المؤثِّر فيه عند ثبات درجة حرارته".



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

## المواد والأدوات:

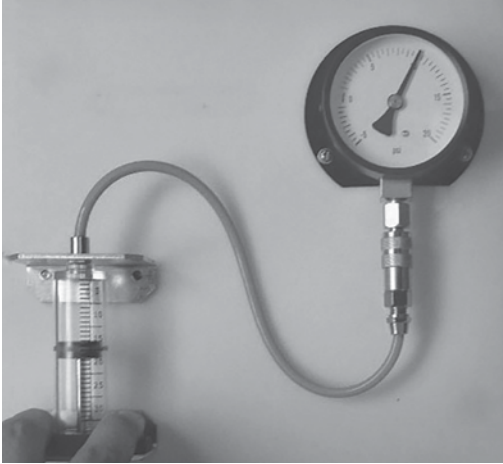
مِحقن طبيّ 50 mL، ساعة لقياس الضغط، أنبوب مطاطيّ.

## إرشادات السلامة:

- اتَّبِعْ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

## خطوات العمل:

1. أركبُ الجهازَ، كما هو موضَّحُ في الشكل.
2. أحكمْ إغلاقَ الأنبوبِ المطاطيّ في المِحقن وساعة قياس الضغط.
3. أسحبْ مكبس المِحقن الطبيّ إلى أعلى، ثمَّ أسجِّلْ قيمةَ الضغط، وأكرِّرْ ذلك عند بقيّة الحجم في الجدول. أسجِّلْ ملاحظاتي.



الحجم (mL)	40	35	30	25	20	15	10
الضغط (atm)							
$\frac{1}{P}$							

## التحليل والاستنتاج:

1. أرسمُ بيانيًّا العلاقة بين حجم الغاز وضغطه.
2. أرسمُ بيانيًّا العلاقة بين حجم الغاز  $V$  و  $1/P$ .
3. أصِفْ العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه وأفسرها.

### الخلفية العلمية:

تحدث عملية التبخر عندما تكون طاقة بعض جزيئات السائل الحركية كافية للتغلب على قوى التجاذب بينها وبين الجزيئات المحيطة بها، فتفلت من سطح السائل إلى الحالة الغازية. وتختلف السوائل في سرعة تبخرها اعتماداً على قوى التجاذب بين جزيئاتها عند ثبات درجة الحرارة، فكلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات السائل أكبر قلت سرعة تبخره. وتزداد سرعة التبخر بزيادة درجة الحرارة؛ إذ تزداد طاقة حركة الجزيئات ويزداد عدد الجزيئات التي تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر فتزداد سرعة التبخر.

الهدف: أستقصي العوامل المؤثرة في سرعة تبخر السائل.

### المواد والأدوات:



كحول الإيثانول، ثنائي إيثيل إيثر، مخبر مدرّج (10 mL) عدد (2)، أنبوب اختبار عدد (4) وأرقمها، كأس زجاجية سعة (200 mL)، (100 mL) ماء درجة حرارته 40°C ، و 15°C حامل أنابيب اختبار وماسك أنابيب اختبار.

### إرشادات السلامة:



- أتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات والكمامة.
- أحذر من استنشاق المواد العضوية على نحو مباشر.

### خطوات العمل:



1. أقيس (10 mL) من الإيثانول باستخدام المخبر المدرّج وأضعها في أنبوب الاختبار رقم (1)، وكذلك الحال في أنبوب الاختبار رقم (2)، وأكرّر ذلك بالنسبة إلى ثنائي إيثيل إيثر (أنبوب الاختبار 3 ، 4).
2. أضع أنابيب الاختبار 1 ، 3 في الكأس الزجاجية المحتوية على الماء الساخن بدرجة 15°C ، وأتركها لمدة (5 min).
3. أقيس كمية السائل المتبقية في كل أنبوب اختبار باستخدام المخبر المدرّج، ثم أسجلها.
4. أكرر الخطوات 2 ، 3 باستخدام الأنبوبين 2 ، 4 في الكأس الزجاجية المحتوي على الماء بدرجة حرارة 40°C .

5. أنظّم البيانات: أسجّل الكميات المتبقية من كل سائل في الجدول.

				اسم السائل
4	3	2	1	رقم الأنبوب
				كمية السائل

### التحليل والاستنتاج:

1. أقرن الكمية المتبقية من السائل نفسه في الحالتين.

.....

.....

2. أقرن: أي السائلين أسرع تبخرًا؟

.....

.....

3. أحدد نوع قوى التجاذب بين جزيئات كل سائل.

.....

.....

4. أفسر اختلاف السائلين في سرعة تبخرهما اعتمادًا على قوى التجاذب بين جزيئاتهما عند نفس درجة الحرارة.

.....

.....

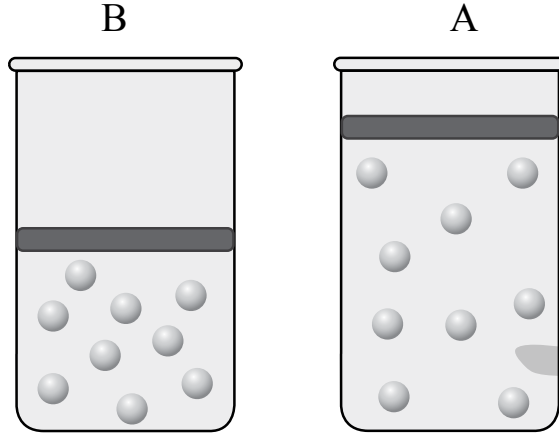
5. أستنتج العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة تبخر السائل.

.....

.....

# أسئلة تفكير

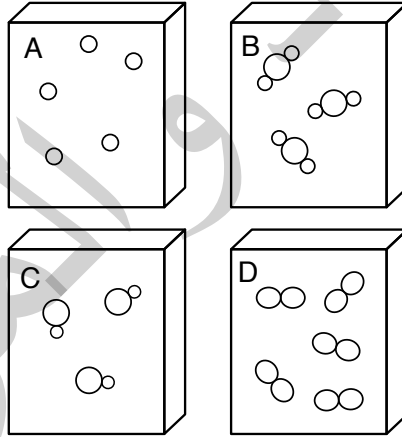
السؤال الأول: أذكر أربعة تغييرات تحدث للغاز في حالة الانتقال من الوضع A إلى الوضع B عند ثبات درجة الحرارة.



السؤال الثاني:

الأشكال المجاورة تمثل أربع عينات متساوية في الحجم لأربعة غازات مختلفة. اعتمادًا عليها، أجب عن

السؤال التالي:



هل لهذه العينات الأربعة الظروف نفسها من الضغط ودرجة الحرارة؟ أفسر إجابتي.

.....

.....

.....

### السؤال الثالث:

خُلطت عَيِّنة من الغاز A، حجمها 0.5 L، وضغطها 300 mmHg عند درجة حرارة  $300^{\circ} K$ ، مع عينة من الغاز B، حجمها 0.4 L، وضغطها 350 mmHg عند درجة الحرارة نفسها، فكان الضغط الكُلِّي للخليط داخل الوعاء يساوي 500 mmHg عند درجة الحرارة نفسها:

1. أحسب حجم الوعاء.

.....  
.....

2. أيُّ الغازين A أم B له ضغط جزئي أكبر داخل الوعاء؟

.....  
.....

3. أحسبُ الضغط الكُلِّي للخليط داخل الوعاء عند درجة حرارة  $360^{\circ} K$ .

.....  
.....

4. ماذا يحدث للضغط الكلي للخليط إذا زاد حجم الوعاء (يزداد، يقل، لا يتغير).

.....  
.....

### السؤال الرابع:

أدرس المعلومات الواردة في الجدول عن إطارات سيارة في وضعين مختلفين (أ و ب) ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

1. أفسِّرُ النقص في ضغط الهواء داخل الإطار في الوضع (ب).

.....  
.....

2. أحسب حجم الهواء داخل الإطار في الوضع (ب).

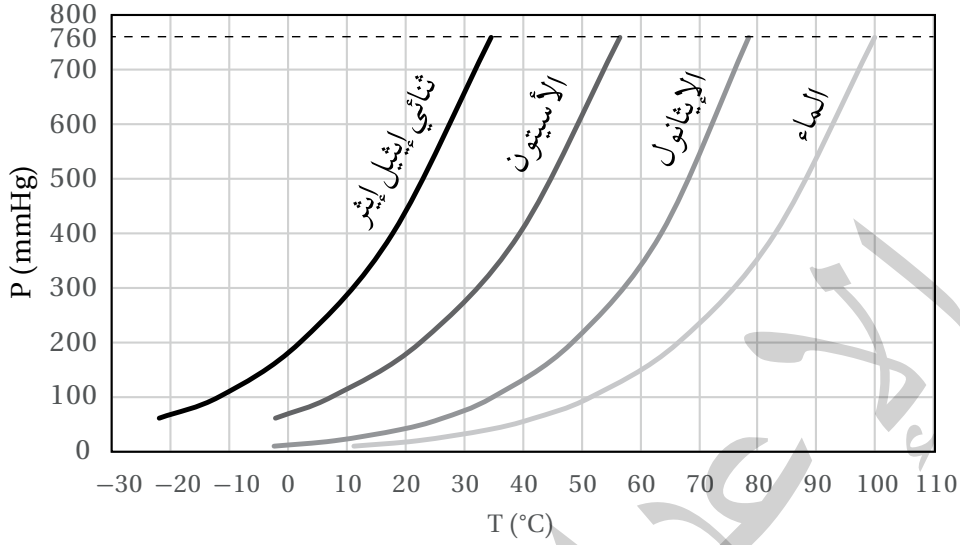
.....  
.....

3. عدد مولات الهواء اللازم إضافتها إلى الإطار في الوضع (ب) حتى يعود حجم الهواء إلى 20.5 L عند  $2^{\circ} C$  و 29 atm.

.....  
.....

## السؤال الخامس:

المنحنى الآتي يمثل العلاقة بين درجة الحرارة ( $^{\circ}\text{C}$ ) والضغط البخاري (mmHg) لسوائل أربعة هي ثنائي إيثيل إيثر، الأستون، الإيثانول، والماء.



أستخدم المنحنى في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1. أحدد درجة الغليان المعيارية للأستون  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ .

2. أحدد الضغط البخاري لثنائي إيثيل إيثر  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$  عند  $(20^{\circ}\text{C})$ .

3. عندما يغلي الإيثانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  عند درجة حرارة  $(50^{\circ}\text{C})$  فما قيمة الضغط المؤثر على سطحه؟

4. أي المواد الأربعة يتواجد في الحالة الغازية عند درجة حرارة  $(70^{\circ}\text{C})$ . أبرر إجابتي.

5. أيهما أكبر طاقة التبخر المولية للماء أم الإيثانول؟ أبرر إجابتي.

## السؤال السادس:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. إحدى العبارات الآتية لا تتفق وخصائص الغازات وفق نظرية الحركة الجزيئية:

أ . متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز تزداد بزيادة درجة الحرارة.

ب . لا تتجاذب جزيئات الغاز المثالي مع بعضها.

ج . الطاقة الحركية لجزيئات الغاز متساوية عند درجة الحرارة نفسها.

د . حجم جزيئات الغاز مهمل مقارنة بالحجم الكلي للغاز.

2. أحد الغازات الآتية لا يمكن إسالته على جميع قيم الضغط ودرجات الحرارة:

أ . غاز الهيدروجين .

ب . غاز النيتروجين .

د . الغاز المثالي .

ج . غاز الأكسجين .

3. إذا كان ضغط عينة من الغاز يساوي 0.3 atm عند درجة حرارة 0 °C فحتى يصبح ضغط العينة 0.6 atm يجب أن

ترتفع درجة حرارتها بمقدار يساوي:

ب . 173 °C

أ . 273 °C

د . 546 °C

ج . 100 °C

4. عينة غاز نسبة حجمها إلى درجة حرارتها المطلقة تساوي 0.01، فإن درجة الحرارة (°C) لهذه العينة عندما يكون

حجمها 5 L تساوي:

ب . 227

أ . 500

د . 773

ج . 273

5. ينفخ غواصٌ وهو على عمق 10 m تحت الماء فقاعة هواء حجمها 0.75 L وعندما ارتفعت فقاعة الهواء إلى السطح

تغير ضغطها من 2.25 atm إلى 1.03 atm؛ فإن حجم فقاعة الهواء على السطح يساوي:

ب .  $7.7 \times 10^{-1}$

أ .  $3.4 \times 10^{-1}$

د . 1.64

ج . 1.68

6. بالون مملوء بالغاز بحجمه 30 L عند درجة حرارة 40 °C وضغط يساوي 1.5 atm؛ فإن حجم البالون (L) في الظروف المعيارية يساوي:

أ . 307

ب . 22.4

ج . 39.25

د . 30.7

7. يكون حجم مول واحد من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO<sub>2</sub> أقل ما يمكن عند:

أ . 2 atm , 273 K

ب . 1 atm , 273 K

ج . 1 atm . 546 K

د . 2 atm , 546 K

8. أسطوانة تحتوي عينة من غاز محصور حجمه (V) سخن من درجة حرارة 25 °C إلى 150 °C؛ فإن أحد خصائص الغاز الآتية تبقى ثابتة:

أ . متوسط سرعة جزيئات الغاز.

ب . ضغط الغاز.

ج . متوسط الطاقة الحركية للجزيئات.

د . حجم الغاز.

9. يوضح الجدول الضغط البخاري بوحدة (mmHg) لعدد من السوائل أعطيت الرموز الإفتراضية A, B, C, D عند درجة حرارة معينة؛ فإن العلاقة غير الصحيحة لسرعة تبخر هذه السوائل هي:

A	B	C	D
400	55	210	40

أ . B < D

ب . C < A

ج . B < C

د . D < A

10. السائل الذي له أقل طاقة تبخر مولية هو:

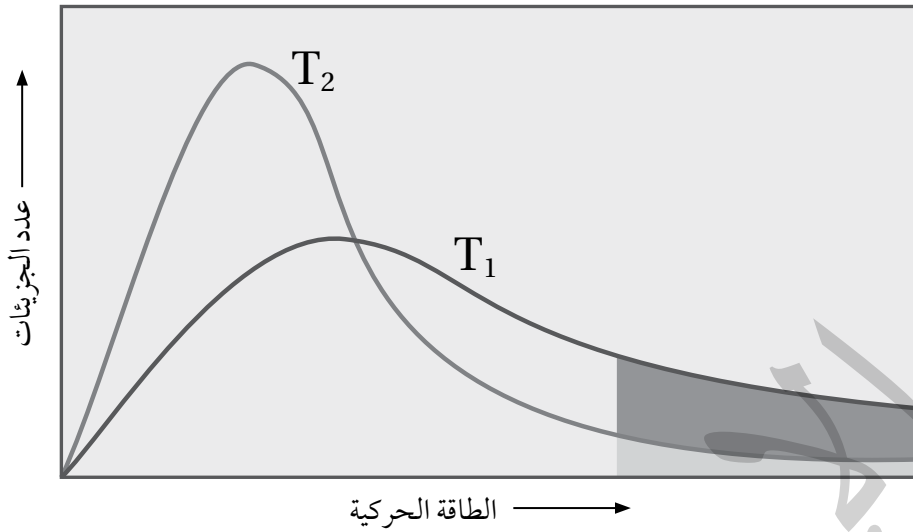
أ . CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>F

ب . CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

ج . CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>

د . CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH

11. يمثل المنحنى توزيع الطاقة الحركية على الجزيئات عند درجتى حرارة  $T_1$  و  $T_2$  ، العبارة الصحيحة مما يأتي هي :



- أ . درجة الحرارة  $T_2$  أكبر من  $T_1$  .
- ب . عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة كافية للتبخر عند  $T_1$  أكبر منها عند  $T_2$  .
- ج . بزيادة درجة الحرارة يقل الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر .
- د . متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند  $T_2$  أكبر منها عند  $T_1$  .
12. يستغرق نضج الطعام في المناطق المرتفعة زمناً أطول منه في المناطق المنخفضة وذلك لأنّ:
- أ . نسبة الأكسجين في المناطق المرتفعة أقل؛ فيحتاج زمناً أطول .
- ب . الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول .
- ج . الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أقل؛ فتقل درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول .
- د . الضغط الجوي في المناطق المنخفضة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمناً أطول .

13. المادة الصلبة التي لها أعلى درجة انصهار:

ب .  $\text{SiF}_4$

أ .  $\text{AlF}_3$

د .  $\text{H}_2\text{O}$

ج .  $\text{NH}_3$

## خصائص المخاليط

### الخلفية العلمية:

تنتج ظاهرة تndال من تشتت الضوء عند مروره خلال مخلوط غروي أو مخلوط معلق مكوّن من جسيمات دقيقة. فعندما يتشتت الضوء؛ يصبح شعاعه داخل المخلوط الغروي مرئيًا. وعندما يمر الضوء خلال المحلول لا تحدث ظاهرة تndال؛ ويعني ذلك أن شعاع الضوء غير مرئي في المحلول. ويمتاز المحلول الحقيقي بأنه لا يمكن فصل مكوّناته بالترويق أو الترشيح. ولا يمكن تمييز دقائق المذاب بالعين المجردة أو بالمجهر، وهو متجانس مثل السكر في الماء. أما المخلوط الغروي فلا يمكن فصل مكوّناته بالترويق أو الترشيح، ويمكن رؤيتها بشكل واضح بالمجهر الإلكتروني، وهو غير متجانس مثل حجر الخفاف. بينما في المخلوط المعلق يمكن فصل مكوّناته بالترويق أو الترشيح، ويمكن تمييز دقائق المذاب بالعين المجردة، وهو غير متجانس مثل الطباشير في الماء.

### الهدف: أستقصي بعض خصائص المخاليط.

### المواد والأدوات:



بيرمنغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$ ، مسحوق كربونات الكالسيوم، حليب سائل، ماء مقطر، دورق مخروطي سعة 200 ml عدد 3، كأس زجاجية سعة 200 ml عدد 3، ورق ترشيح، قمع، ملعقة، ميزان، ضوء.

### إرشادات السلامة:



أحذر عند التعامل مع المواد الكيميائية، أردي القفازات ومعطف المختبر.

### خطوات العمل:



1. أقيس: 5 g من بيرمنغنات البوتاسيوم  $KMnO_4$  وأضعها في الكأس الزجاجية، وأضيف 150 mL من الماء المقطر واحرك جيدًا حتى يذوب تمامًا.
2. أقيس: 5 g من مسحوق كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$ ، وأضعها في الكأس الزجاجية، وأضيف 150 mL من الماء المقطر وأحرّك جيدًا.
3. أضع 150 mL من الحليب السائل في الكأس الزجاجية.
4. أجرب: أسلط الضوء على الكؤوس الثلاثة، وألاحظ الفرق بين مرور الضوء فيها، وأسجل ملاحظاتي.

5. أُجْرَبُ: أرشح المخلوط الناتج في الكؤوس الثلاثة؛ وذلك بوضع ورق الترشيح داخل القمع. ثم أَصُبُّ محتويات الكؤوس كُلِّها فوق ورق الترشيح.

6. ألاحظ الفرق في لون الراشح الناتج بعد عملية الترشيح، وأسجل ملاحظاتي.

## التحليل والاستنتاج:



1. أقرن: أيُّ الكؤوس تبدو متجانسة؟

.....  
.....

2. أقرن: أي الكؤوس بقيت المادة على ورقة الترشيح بعد عملية الترشيح؟

.....  
.....

3. أقرن: أيُّ الكؤوس مرر الضوء وأيُّها لم يمرره؟

.....  
.....

### الخلفية العلمية:

يُعدُّ الانخفاض في درجة التجمد من الخصائص الجامعة للمحاليل التي تعتمد على عدد جسيمات المذاب، وتكون دائماً درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي، كما تحول جسيمات المذاب دون تجمد المذيب وتمنعه من التحول إلى الحالة الصلبة. ومن التطبيقات العملية على درجة التجمد إضافة الأملاح إلى الجليد لتقليل درجة تجمده؛ مما يؤدي إلى عدم تكوُّنه على الطُّرُق في أثناء فصل الشتاء.

### الهدف: أستقصي مقدار الانخفاض في درجة التجمد.

#### المواد والأدوات:



1. كأسان زجاجيان سعة كلُّ منهما 300 mL ، جليد مجروش، ماء مُقَطَّر، ساق تحريك زجاجي، مقياس حرارة غير زئبقي، ملح الطعام NaCl الخشن، ميزان حساس.

#### إرشادات السلامة:



- ارتدي معطف المختبر والقفازين والنظارات الواقية.

#### خطوات العمل:



1. أقيس: أضع 250 g من الجليد المجروش في كل كأس زجاجية.
2. أضيف إلى كل كأس 50 mL من الماء المُقَطَّر.
3. أقيس: درجة حرارة خليط الجليد والماء في كل من الكأسين باستخدام مقياس الحرارة، وأسجّل القراءة.
4. أحرّك ساق التحريك الزجاجية محتويات كل كأس مدة دقيقة ونصف حتى تصبح درجتنا حرارة الكأسين متماثلتين، وأسجّلها.
5. ألاحظ: أضيف 50 g من الملح إلى إحدى الكأسين، وأحرّك محتويات كل منهما، ثم أسجّل درجة الحرارة عند ثباتها.

#### التحليل والاستنتاج:

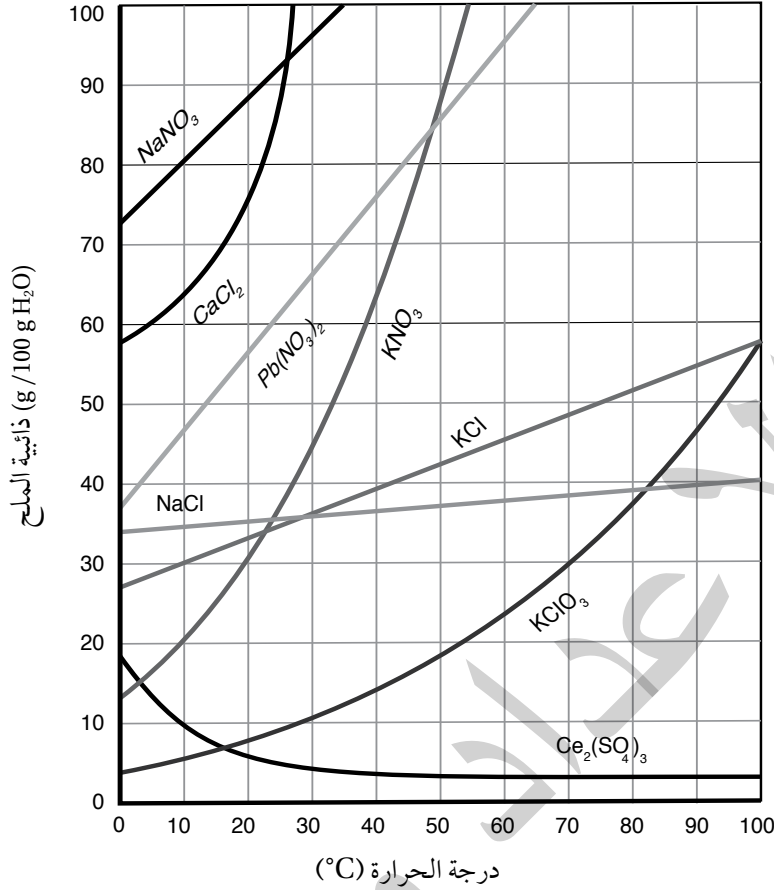


1. أقرن بين درجة حرارة الكأسين في الخطوة 5.

2. أفسّر أثر أيونات الملح ( $Na^+$  ,  $Cl^-$ ) الموجودة في المحلول في انخفاض درجة التجمد.

# أسئلة تفكير

السؤال الأول:



1. ما درجة الحرارة التي تتساوى عندها ذائبية  $Pb(NO_3)_2$  و  $KNO_3$ ؟

.....

.....

2. ما مقدار ذائبية KCl عند درجة حرارة  $60^\circ C$ ؟

.....

.....

3. ما أكبر كمية من  $CaCl_2$  يمكن أن تذوب في 1kg من

الماء عند درجة  $22^\circ C$ ؟

.....

.....

## السؤال الثاني:

أذيب 14 g من مادة صلبة متآينة صيغتها العامة  $XA_3$  في 500 g من الماء، فوجد أن درجة تجمد المحلول  $-0.78^\circ\text{C}$ ،  
أحسب الكتلة المولية للمركب  $XA_3$ ، علماً أن  $K_f = 1.86^\circ\text{C kg/mol}$ .

## السؤال الثالث:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة التي لا تُكوّنُ محلولاً مُتجانساً مع الماء:

ب.  $KBr$ .

أ.  $CCl_4$ .

د.  $CH_3OH$ .

ج.  $NaI$ .

2. أحد المحاليل الآتية يمثل محلولاً صلباً:

ب. السكر في الماء.

أ. الإيثانول في الماء.

د. النحاس في الذهب.

ج. كلوريد الصوديوم في الماء.

3. يُعدّ الغبار في الهواء مثلاً على مخلوط:

ب. سائل في سائل.

أ. غاز في سائل.

د. سائل في غاز.

ج. صلب في غاز.

4. العبارات الآتية المتعلقة بالمخاليط الغروية جميعها صحيحة ما عدا:

أ. تسمح بنفاذ شعاع ضوئي من خلالها دون تشتت.

ب. لا يمكن فصل مكوناتها بالترشيح.

ج. قطر دقائق المذاب فيها تتراوح بين (1 nm – 1000 nm).

د. تبدو ضبابية عند تمرير أشعة ضوئية خلالها.

5. العوامل الآتية جميعها تؤثر في ذائبية المواد الصلبة ما عدا:

ب. طبيعة المذيب.

أ. طبيعة المذاب.

د. الضغط.

ج. درجة الحرارة.

6. أحد الغازات الآتية أكثر ذائبية في الماء عند الظروف نفسها:

- أ .  $\text{CO}_2$  ( $M_r = 44 \text{ g/mol}$ )  
ب .  $\text{N}_2$  ( $M_r = 28 \text{ g/mol}$ )  
ج .  $\text{H}_2$  ( $M_r = 2 \text{ g/mol}$ )  
د .  $\text{Ar}$  ( $M_r = 40 \text{ g/mol}$ )

7. حُضِرَ محلول مشبع من نترات البوتاسيوم  $\text{KNO}_3$  بإذابة 40 g منه في 50 g من الماء عند درجة حرارة  $48^\circ\text{C}$ ، ثمّ برد المحلول إلى  $27^\circ\text{C}$  حيث ذائبية  $\text{KNO}_3$  عند هذه الدرجة تساوي 40 g/100 g  $\text{H}_2\text{O}$ ؛ فإن كتلة الملح المترسبة (g) في المحلول تساوي:

- أ . 40  
ب . صفر  
ج . 10  
د . 20

8. محلول مكون من 12.5 g من مادة مذابة غير مُتأينة في 170 g من الماء، فارتفعت درجة غليان المحلول بمقدار  $0.63^\circ\text{C}$ ، فإن الكُتلة الموليّة للمادة المذابة تساوي ( $K_b \text{ H}_2\text{O} = 0.512^\circ\text{C kg mol}^{-1}$ ):

- أ . 88.5  
ب . 77.2  
ج . 59.5  
د . 40.7

9. الترتيب الصحيح للمحاليل المائية الآتية ( $0.2 \text{ m C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ،  $0.15 \text{ m CaCl}_2$ ،  $0.05 \text{ m KCl}$ ) وفق درجة الغليان المتوقعة لها عند الظروف نفسها، هو:

- أ .  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} < \text{KCl} < \text{CaCl}_2$   
ب .  $\text{KCl} > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} > \text{CaCl}_2$   
ج .  $\text{KCl} > \text{CaCl}_2 > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$   
د .  $\text{CaCl}_2 > \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} > \text{KCl}$

10. ذائبية نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  عند درجة الحرارة  $20^\circ\text{C}$  تساوي 216 g/100 g  $\text{H}_2\text{O}$ ، فإن كتلة نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  بالغرام اللازمة لتحضير محلول مشبع منها في 25 g في الماء عند درجة الحرارة نفسها تساوي:

- أ . 216  
ب . 108  
ج . 100  
د . 54

11. أحد الآتية له أقل ضغط بخاري عند الظروف نفسها:

- أ .  $\text{H}_2\text{O}$   
ب .  $\text{CH}_4$   
ج .  $\text{CH}_3\text{OH}$   
د .  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$

الخلفية العلمية:

تتحوّل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة؛ وذلك بعملية تُعرف بعملية التسامي Sublimation؛ وهي عملية ماصّة للحرارة، تحدث لعددٍ قليلٍ من المواد الصلبة، مثل الجليد، وثاني أكسيد الكربون، واليود، والزرنيخ، وغيرها، فمثلاً؛ عند تسخين بلّورات اليود في وعاءٍ مُعلّقٍ؛ فإنّه يتحوّل إلى الحالة الغازية مباشرة، ويظهر 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 الترسّب Precipitation، وهي عملية تتحوّل فيها المادة من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة، ويحدث اتزان بين عملية التسامي وعملية الترسّب، عندها تستقرّ كمية بخار اليود وتثبت شدّة لونه في الوعاء.

الهدف: تعرّف مفهوم الاتزان الديناميكي.

المواد والأدوات:



بلّورات من اليود الصّلب، كأس زجاجية سعة 200 mL، حوض زجاجي، زجاجة ساعة، ملعقة، ميزان حساس، ماء ساخن، قطع من الجليد.

إرشادات السلامة:



- أطبّق إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أجري التجربة في خزّانة الأبخرة، وتجنّب استنشاق أبخرة اليود.

خطوات العمل:



1. أقيس 10 g من اليود الصّلب باستخدام الميزان الحساس، وأضعها في الكأس الزجاجية.
2. أملأ الحوض الزجاجي مقدار ثلثه ماءً ساخناً (حمام مائي ساخن).
3. أضع قطعاً من الجليد في زجاجة الساعة، وأضعها على فوهة الكأس الزجاجية.
4. ألاحظ: أضع الكأس المحتوية على اليود في الحمام المائي الساخن، وألاحظ التغيير الذي يطرأ على بلورات اليود بمرور الوقت، وأسجل ملاحظاتي.

5. ألاحظ: أنتظر مدة 10 min ، وألاحظ التغيير الذي يطرأ على لون بخار اليود في الدورق، أَسجِّل ملاحظاتي.

### التحليل والاستنتاج:



1. ما التغيير الذي يحدث على بلورات اليود الصلبة؟ وأسمي هذه العملية.

2. أحدد لون بخار اليود المتصاعد.

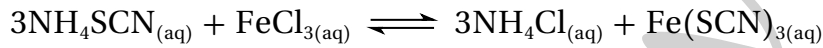
3. ما التغيير الذي يحدث على بخار اليود بمرور الوقت؟ وأسمي هذه العملية.

4. أفسر ثبات لون بخار اليود في الكأس الزجاجية.

5. أستنتج العلاقة بين ما يحدث لبلورات اليود، وما يحدث لبخاره عند ثبات اللون في الكأس الزجاجية.

### الخلفية العلمية:

يتأثر موضع الاتزان بتراكيز المواد المتفاعلة والنتيجة في وعاء التفاعل، فعند تغيير تركيز إحدى المواد في التفاعل؛ فإنه وفقاً لمبدأ لوتشاتيليه؛ يعمل الاتزان على تغيير موضعه للتقليل من أثر هذا التغيير، ويمكن التحكم في موضع الاتزان 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. ولأن تعرف ذلك عملياً؛ يمكن دراسة تفاعل ثيوسينات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ، مع محلول كلوريد الحديد  $\text{FeCl}_3$  الذي يحدث كما في المعادلة الآتية:



بنيّ مُحمرّ عديم اللون بُنيّ باهت عديم اللون

الهدف: استكشاف أثر تراكيز المواد في موضع الاتزان.

### المواد والأدوات:



محلول ثيوسينات الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ، محلول كلوريد الحديد (III)  $\text{FeCl}_3$ ، محلول كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ، أنابيب اختبار عدد (3)، ماصة عدد (3)، حامل أنابيب.

### إرشادات السلامة:



- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

### خطوات العمل:



1. أقيس: أضع 3 mL من محلول ثيوسينات الأمونيوم في أنبوب اختبار.
2. ألاحظ: أضيف ثلاث قطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب السابق، ثم أرج المحلول وألاحظ لون المحلول الناتج. وأسجل ملاحظاتي.



3. أجرب: أنقل نصف كمية المحلول السابق إلى أنبوب اختبار آخر، وأضع الأنبوبين على حامل الأنابيب.

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

5. ألاحظُ: أضيفُ - باستخدام الماصّة - قطرتين من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب الآخر، وأرُجّ المحلول، وألاحظُ التغيُّر الذي يطرأ على لون المحلول الناتج، وأسجّل ملاحظاتي.

### التحليلُ والاستنتاج:



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

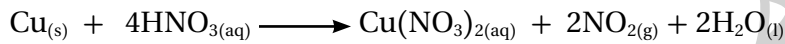
2. أحدّد المادة التي أدت إلى تغيير لون المحلول عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الأول، وقطرات من محلول كلوريد الحديد إلى الأنبوب الثاني.

3. أفسّر أثر تغيير تراكيز المواد في موضع الاتزان وفق مبدأ لوتشاتلييه.

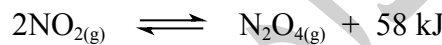
4. أستنتج العلاقة بين تغيُّر لون المحلول وتراكيز المواد في وعاء التفاعل.

## الخلفية العلمية:

يتأثر كل من ثابت الاتزان وموضعه للتفاعل المُتزن بتغيُّر درجة الحرارة، ويختلف هذا الأثر تبعاً لطبيعة التفاعل؛ إن كان ماصاً للحرارة أم طارداً لها، ولتسهيل دراسة أثر درجة الحرارة في موضع الاتزان؛ يمكنُ معاملة الطاقة الحرارية المرافقة للتفاعل كمادة متفاعلة في التفاعل الماص للحرارة، ومادة ناتجة في التفاعل الطارد لها، ولاستقصاء أثر تغيير درجة الحرارة عملياً على موضع الاتزان؛ سوف أدرسُ الاتزان في خليطٍ من غازي ثاني أكسيد النيتروجين ورباعي أكسيد ثنائي النيتروجين، حيث يُحضَّر غاز ثنائي أكسيد النيتروجين من تفاعل النحاس مع محلول حمض النيتريك المُركَّز  $\text{HNO}_3$ ، كما في المعادلة:



يتكاثفُ غاز ثاني أكسيد النيتروجين، وينتُج غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين  $\text{N}_2\text{O}_4$ ، ويرافقُ ذلك انبعاثُ طاقةٍ حراريَّة في كما في المعادلة:



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

**الهدف:** استقصاء أثر درجة الحرارة في حالة الاتزان.

## المواد والأدوات:



برادة النحاس، محلول حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$ ؛ تركيزه 0.1 M، ورقٌّ مخروطيٌّ؛ سعته 50 mL عدد (3)، سدادة مطاطية عدد (3)، حوضٌّ زجاجيٌّ عدد (2)، ماء ساخن، قطع من الجليد.

## إرشادات السلامة:

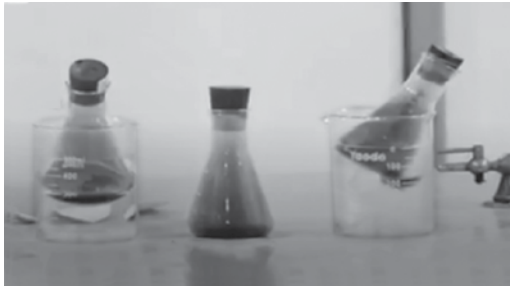


- اتَّبِعْ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أحذر عند التعامل مع حمض النيتريك.
- أجري التجربة في خزانة الأبخرة وأحذر من استنشاق غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

## خطوات العمل:



1. أقيس: أضع 5 mL من محلول حمض النيتريك في كل دورقٍ مخروطيٍّ.
2. ألاحظ: أحضر الدوارق المخروطية الثلاثة وأرقمها، ثم أضع في كل منها 1g من برادة النحاس وأغلقها بإحكام، وألاحظ لون الغاز المتكوّن في كل منها.



ماء ساخن

ماء عند درجة حرارة الغرفة

ماء بارد

3. أحضر الحوضين الزجاجيين، وأضع في أحدهما إلى منتصفه ماءً ساخنًا، وفي الآخر ماءً وجليدًا.
4. أجرب: أترك الدورق رقم (1) جانبًا، ثم أضع الدورق (2) في الحوض المحتوي على الماء الساخن، والدورق (3) في حوض الماء البارد.
5. أقرن: أنتظر 2 min، ثم أقرن لون الغاز في الدورقين (2,3) بلون الغاز في الدورق (1)، أسجل لون الغاز في كل دورق.

## التحليل والاستنتاج:

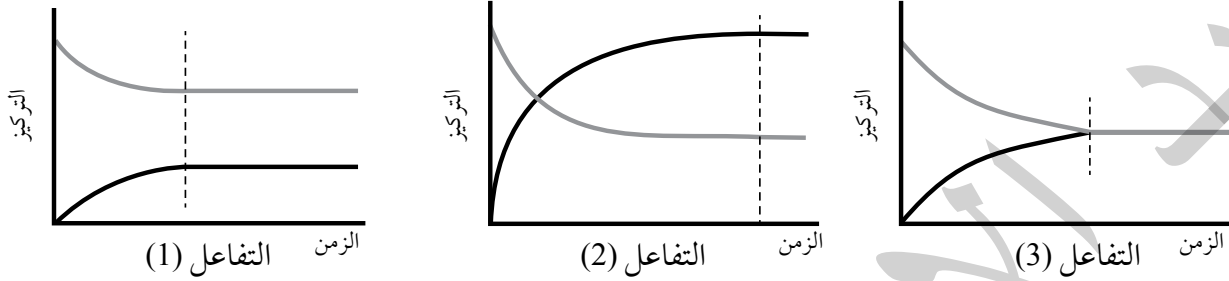


1. أستنتج أثر زيادة درجة الحرارة على تراكيز كل من الغازين في الدورق.
2. أفسر تغيير لون الغاز في الدورق الموضوع في الماء الساخن، والآخر في الماء البارد مقارنةً بالدورق رقم (1).
3. أفسر أثر درجة الحرارة في كل من التفاعلين الأمامي والعكسي.
4. أستنتج أثر درجة الحرارة في الاتزان للتفاعل الماص للحرارة والتفاعل الطارد لها.

# أسئلة تفكير

## السؤال الأول:

أجرى مجموعة من الطلبة تجارب لدراسة موضع الاتزان لثلاثة تفاعلات لمواد في الحالة الغازية، تُعبّر المنحنيات الثلاثة الآتية عن النتائج التي جرى التوصل إليها، أدرس هذه المنحنيات، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



1. ما الجهة التي يُزاح نحوها الاتزان لكل من التفاعلين (2,1)؟

.....

.....

2. ما القيم التقريبية لثابت الاتزان (أكبر من واحد، أقل من 1، تساوي 1) لكل من التفاعلات الثلاثة؟ أفسر إجابتي.

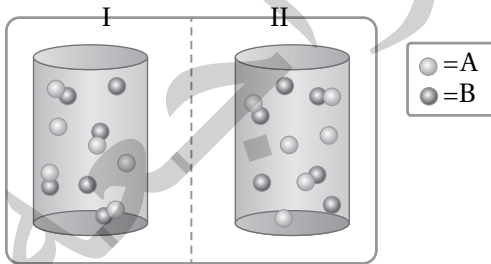
.....

.....

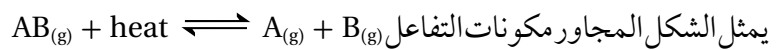
3. أذكر بعض الإجراءات لزيادة كمية المواد الناتجة في التفاعل (1).

.....

.....



## السؤال الثاني:



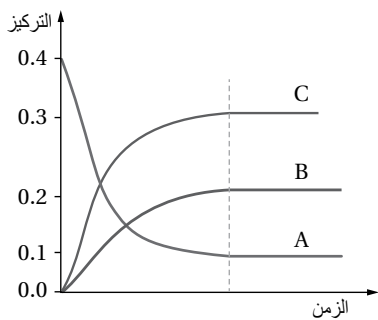
يمثل الشكل المجاور مكونات التفاعل  $AB_{(g)} + \text{heat} \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$  عند الإتزان عند درجتين حرارة مختلفتين، وفي وعائين منفصلين. أي

الوعائين يمثل مكونات التفاعل عند درجة الحرارة الأقل؟

.....

.....

### السؤال الثالث:



يبيّن الشكل المجاور منحنياتٍ تُغيّر تراكيز الموادّ في الحالة الغازية في تفاعل ما، حتى وصوله إلى حالة الاتزان، أدرُس المنحنيات ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

1. أصفُ تغيّر تراكيز الموادّ من بداية التفاعل حتى وصول التفاعل إلى حالة الاتزان.

2. أفسّر: بعد بدء التفاعل لا تصبح تراكيز أيّ من المواد في التفاعل تساوي صفرًا.

3. أكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل؛ علما بأن الموادّ جميعها في الحالة الغازية.

### السؤال الرابع:

• في التفاعل الآتي:  $3\text{NO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{NO}_{2(g)} + 155.7 \text{ kJ}$

أستنتج أثر التغيرات الآتية على موضع الاتزان:

1. زيادة الضغط.....

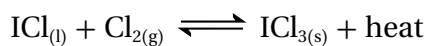
2. زيادة درجة الحرارة.....

3. زيادة تركيز غاز  $\text{N}_2\text{O}$ .....

4. إضافة عامل مساعد.....

### السؤال الخامس:

في التفاعل الآتي:

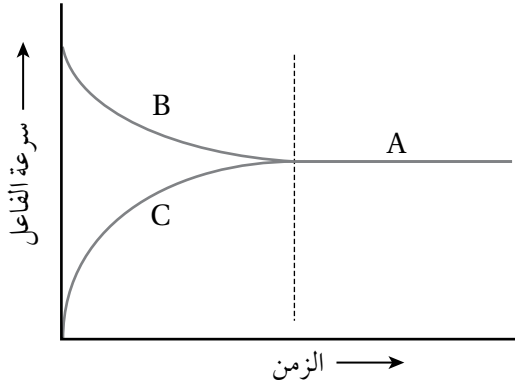


1. أستنتج أثر خفض درجة الحرارة على تركيز  $\text{Cl}_2$  عند الاتزان.....

2. أستنتج أثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت الاتزان  $K_c$ .....

## السؤال السادس:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:



1. يمثل الشكل المجاور تفكُّك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين

$N_2O_4$  إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين وفقاً لمعادلة التفاعل الآتي:



أستعينُ بالشكل لتحديد ما تشير إليه الرموز (A, B, C):

أ . A حالة الاتزان، C سرعة التفاعل الأمامي، B سرعة التفاعل

العكسي.

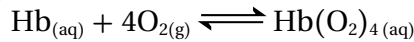
ب . A زمن انتهاء التفاعل، B سرعة التفاعل الأمامي، C سرعة التفاعل العكسي.

ج . A حالة الاتزان، B سرعة التفاعل الأمامي، C سرعة التفاعل العكسي.

د . A زمن انتهاء التفاعل، B سرعة التفاعل العكسي، C سرعة التفاعل الأمامي.

2. يرتبط الأوكسجين الذي يدخل إلى الجسم في أثناء عملية التنفس بجزيئات الهيموجلوبين (Hb) في الدم، وينتج

الهيموجلوبين المؤكسج  $(Hb(O_2)_4)$ ، حيث يُشكّل الهيموجلوبين والأوكسجين نظاماً مُتزنًا كما في المعادلة:



ماذا يحدث عند نقصان تركيز الأوكسجين في الدم؟

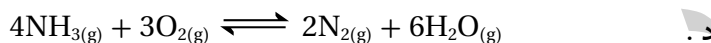
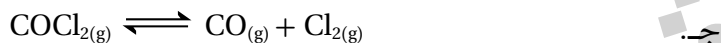
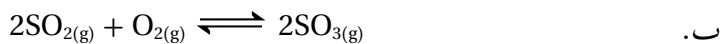
أ . يُزاح الاتزان نحو اليسار ويتحرّر الأوكسجين المرتبط بالهيموجلوبين.

ب . يُزاح الاتزان نحو اليمين ويتحرّر الأوكسجين المرتبط بالهيموجلوبين.

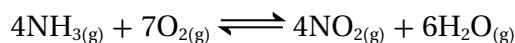
ج . يُزاح الاتزان نحو اليمين ويرتبط الأوكسجين بالهيموجلوبين.

د . يُزاح الاتزان نحو اليسار ويرتبط الأوكسجين بالهيموجلوبين.

3. أي التفاعلات تؤدي زيادة الضغط الكلي لها إلى إنتاج كمية أكبر من المواد الناتجة:



4. يتفاعل غاز الأمونيا مع غاز الأوكسجين وينتج غاز ثاني أكسيد النيتروجين وبخار الماء كما في المعادلة الموزونة:



أي من الآتية يمثل التعبير الصحيح لثابت الاتزان؟

أ .  $K_C = \frac{[NO_2]^4 [H_2O]^6}{[NH_3]^4 [O_2]^7}$

ب .  $K_C = \frac{[NO_2]^2 [H_2O]^3}{[NH_3]^4 [O_2]^7}$

ج .  $K_C = \frac{[NH_3]^4 [O_2]^7}{[NO_2]^2 [H_2O]^3}$

د .  $K_C = \frac{[NO_2]^4 [H_2O]^6}{[NH_3]^2 [O_2]^2}$

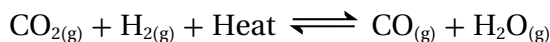
5. تتفاعل المادة A مع المادة B لإنتاج المادة C. اعتماداً على المعلومات الآتية:

- عندما ينقص عدد المولات من المادة A، يزداد عدد المولات من المادة C بالمقدار نفسه.
- عندما ينقص عدد المولات من المادة B، يزداد عدد المولات من المادة C مثلي مقدار النقص.

فإن المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل هي:



6. يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة عند الاتزان:

- أ . زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ .
- ب . خفض درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة إنتاج الماء  $H_2O$ .
- ج . زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة إنتاج أول أكسيد الكربون  $CO$ .
- د . خفض درجة الحرارة يؤدي إلى نقصان تركيز الهيدروجين  $H_2$ .

7. في التفاعل الآتي  $2\text{NOBr}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)}$  عند  $38^\circ\text{C}$   $K_c = 4.08 \times 10^{-4}$ .

إحدى الآتية تمثل تراكيز المواد عند الاتزان :

أ .  $[\text{NOBr}] = 0.07 \text{ M}$ ,  $[\text{NO}] = 0.02 \text{ M}$ ,  $[\text{Br}_2] = 0.005 \text{ M}$ .

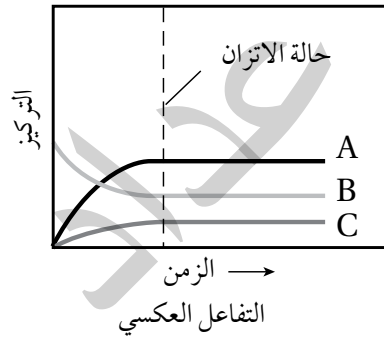
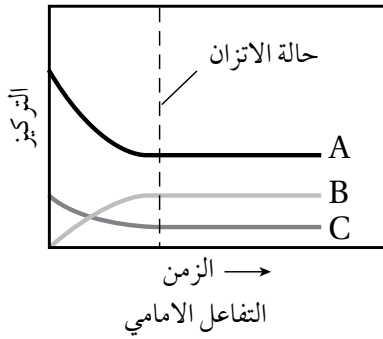
ب .  $[\text{NOBr}] = 0.005 \text{ M}$ ,  $[\text{NO}] = 0.02 \text{ M}$ ,  $[\text{Br}_2] = 0.07 \text{ M}$ .

ج .  $[\text{NOBr}] = 0.02 \text{ M}$ ,  $[\text{NO}] = 0.005 \text{ M}$ ,  $[\text{Br}_2] = 0.02 \text{ M}$ .

د .  $[\text{NOBr}] = 0.005 \text{ M}$ ,  $[\text{NO}] = 0.07 \text{ M}$ ,  $[\text{Br}_2] = 0.005 \text{ M}$ .

8. تمثّل المعادلة الموزونة الآتية:  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$  تفاعل تحضير الأمونيا كما في الشكل؛ فالرموز

الصحيحة التي تمثل التفاعل هي:



ب .  $\text{C}:\text{NH}_3$ ,  $\text{B}:\text{H}_2$ ,  $\text{A}:\text{N}_2$ .

د .  $\text{C}:\text{N}_2$ ,  $\text{B}:\text{NH}_3$ ,  $\text{A}:\text{H}_2$ .

أ .  $\text{C}:\text{NH}_3$ ,  $\text{B}:\text{N}_2$ ,  $\text{A}:\text{H}_2$ .

ج .  $\text{C}:\text{N}_2$ ,  $\text{B}:\text{H}_2$ ,  $\text{A}:\text{NH}_3$ .

9. يتواجد اليود الصُّلب واليود الغاز في حالة اتزان داخل وعاء مغلق:  $\text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{I}_{2(s)}$  لذلك فإن التغير الذي يؤدي

إلى إزاحة موضع الاتزان نحو اليمين، هو:

ب . زيادة كمية اليود الغاز.

د . إنقاص الضغط المؤثر في الوعاء.

أ . زيادة كتلة اليود الصُّلب.

ج . زيادة حجم وعاء التفاعل.

10. أحد التغيرات الآتية يؤدي إلى إزاحة موضع الاتزان نحو تكوين النواتج في التفاعل الآتي:



ب . إضافة عامل مساعد.

د . سحب غاز الهيدروجين من وعاء التفاعل.

أ . تبريد وعاء التفاعل.

ج . إنقاص حجم وعاء التفاعل.

11. في التفاعل الآتي:  $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)} + D_{(g)}$  وجد أن 1 L من خليط التفاعل يحوي 10 mol من المادة B عند الاتزان، فإذا أضيف إلى وعاء التفاعل 5 mol من المادة B؛ فإن تركيز المادة B (M) عند الاتزان:

أ . يساوي 15      ب. أكبر من 10 وأقل من 15      ج. أكبر من 5 وأقل من 10      د. يساوي 10

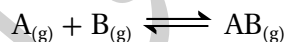
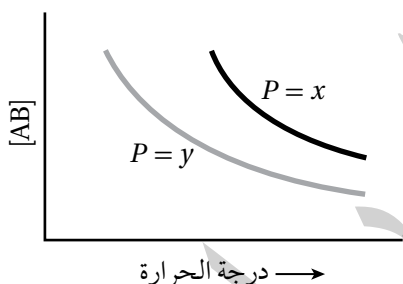
12. يجري التفاعل  $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$  في وعاء مغلق؛ فإذا احتوى الوعاء عند بدء التفاعل على  $1.00 \times 10^{-3} M H_2$  و  $2.00 \times 10^{-3} M I_2$  عند درجة حرارة  $448^\circ C$ ؛ ووجد عند الاتزان أن تركيز HI يساوي  $1.87 \times 10^{-3} M$ ؛ فإن ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل يساوي:

أ . 50.5      ب. 15.2      ج. 36.4      د. 63.1

13. اعتماداً على التفاعل المتزن الآتي:  $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)} \quad \Delta H = + 58.0 \text{ kJ}$ ، ما العبارة التي تُمثل التغيير الصحيح في اتجاه الاتزان:

- أ . عند إضافة  $N_2O_4$ ، يتجه الاتزان نحو تكوين المواد الناتجة.  
 ب. عند إزالة  $NO_2$  يتجه الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة.  
 ج. خفض درجة الحرارة يؤدي إلى اتجاه الاتزان نحو تكوين المواد الناتجة.  
 د . زيادة حجم وعاء التفاعل يؤدي إلى إتجاه الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة.

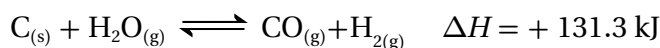
14. يمثل الرسم البياني الآتي تغير تركيز المركب الناتج AB باختلاف درجة الحرارة للتفاعل المتزن الآتي تحت تأثير ضغطتين مختلفتين x و y.



فإن العبارة الصحيحة مما يأتي:

- أ . التفاعل ماصّ و  $x > y$ .  
 ب. التفاعل طارد و  $x > y$ .  
 ج. التفاعل ماصّ و  $x < y$ .  
 د. التفاعل طارد و  $x < y$ .

15. لتكوين غازي  $H_2$  و  $CO$  يتم تمرير غاز بخار الماء فوق الفحم الساخن عند درجات حرارة مرتفعة حسب معادلة التفاعل الآتية:



فإن العبارة الصحيحة مما يأتي:

- أ . زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة تكوين  $H_2$  و  $CO$ .  
 ب. زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة تكوين  $H_2$  و  $CO$ .  
 ج. زيادة حجم الوعاء يؤدي إلى زيادة تكوين  $C$  و  $H_2O$ .  
 د . زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة تكوين  $C$  و  $H_2O$ .

## خصائص الحمض والقاعدة

### الخلفية العلمية:

تدخل الحموض في تكوين كثير من المواد الغذائية، مثل الليمون والجريب فروت وغيرها، وقد تعرّف عددًا من خصائص هذه الحموض؛ فهي ذات طعم لاذع، وتؤثر في الكواشف، سواء الصناعية أو الطبيعية؛ فهي تغيّر لون ورقة تبّاع الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر. وللقواعد خواصّ تميّزها عن غيرها من المواد، فهي ذات طعم مرّ، وملمس زلق، كما أنها تغيّر لون ورقة تبّاع الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق. ويُستفاد من هذه الخصائص في تمييز المحلول الحمضي عن المحلول القاعدي.

الهدف: أتعرفُ بعض خصائص الحموض والقواعد.

### المواد والأدوات:



محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزه 0.1 M، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.1 M، أنابيب اختبار عدد 3، حامل أنابيب، أوراق الكاشف العام، مخبر مدرّج، ميزان حرارة، كأس زجاجية، ماء مقطر.

### إرشادات السلامة:



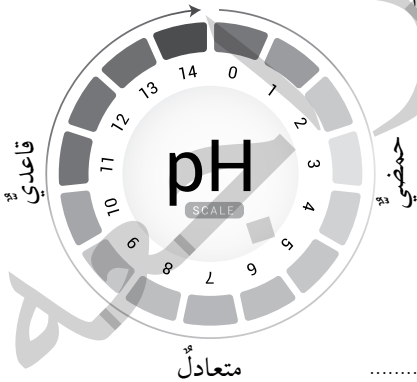
- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أحذر استنشاق حمض الهيدروكلوريك، ولمس محلول هيدروكسيد الصوديوم.

### خطوات العمل:



1. أقيس: أستخدمُ المخبر المدرّج في قياس 3 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك، ثم أضعها في أنبوب اختبار وأرقمه (1).
2. أقيس درجة حرارة المحلول باستخدام ميزان الحرارة، وأسجلها.

3. ألاحظ: أغمس ورقة الكاشف العام في المحلول، وألاحظ تغيّر لونها، وأسجله.



4. أقيس: أستخدمُ المِخْبَارَ المُدْرَجَ في قِياس 3 mL من مَحْلُولِ هيدروكسيد الصوديوم، ثمَّ أضعُها في أنبُوبِ اختبارٍ آخَرَ وَأَرَقِّمُهُ (2).

5. أَكْرُرُ الخُطُوتَيْنِ (3,2) لِمَحْلُولِ هيدروكسيد الصوديوم، وَأُسَجِّلُ النَتَائِجَ.

6. أُجَرِّبُ: أَسْكِبُ مَحْتَوِيَّاتِ الأَنْبُوبِ (1) في كَأْسِ زجاجيَّة، وَأُضِيفُ إليها تَدْرِيجيًّا مَحْلُولَ هيدروكسيد الصوديوم منَ الأَنْبُوبِ (2)، ثمَّ أَكْرُرُ الخُطُوتَيْنِ (3,2) لِمَحْتَوِيَّاتِ الكَأْسِ الزجاجيَّة، وَأُسَجِّلُ النَتَائِجَ.

### التحليلُ والاستنتاج:

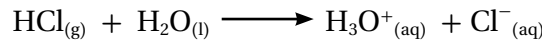
1. أُحَدِّدُ التَغْيِيرَ الذي يطرأ على لون ورقة الكاشف عند وضعها في محلول كلِّ من حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

2. أَقْدُرُ الرَّقْمَ الهيدروجيني (درجة الحموضة) لكلِّ من المحلولين.

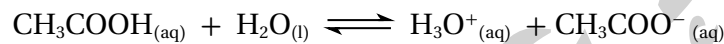
3. أَقْدُرُ الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من خلط المحلولين في الكأس الزجاجيَّة.

## الخلفية العلمية:

تتفاوت الحموض في قدرتها على التأين في الماء؛ أي قدرتها على إنتاج البروتون أو منحه، ويمكن مقارنة قوة الحموض بالاعتماد على توصيل محاليلها للتيار الكهربائي؛ فبعضها يتأين كلياً ويكون محلولها موصلاً جيداً للتيار الكهربائي، ويعبر عن تأينها في الماء، كما في المعادلة الآتية:



أما الحموض الضعيفة فتتأين جزئياً، وتكون نسبة الأيونات الناتجة قليلة جداً، ثم إن قدرة محاليلها على توصيل التيار الكهربائي تكون ضعيفة، ويمكن التعبير عن تأينها في الماء، كما في المعادلة الآتية:



## الهدف: أقرن قوة الحمض القوي بالحمض الضعيف.

## المواد والأدوات:

محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزه 0.1 M، محلول حمض الإيثانويك CH<sub>3</sub>COOH تركيزه 0.1 M، كأس زجاجية سعة 50 mL عدد 2، أسلاك توصيل، جهاز أميتر، مصدر كهربائي، مخبر مُدرّج سعة 50 mL، جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني أو أوراق الكاشف العام، شريط مغنسيوم، أقطاب جرافيت.

## إرشادات السلامة:

- اتّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أحذر استنشاق حمض الهيدروكلوريك.

## خطوات العمل:

1. أحضر الكأسين الزجاجيتين، وأكتب على كلٍ منهما اسم أحد المحلولين.
2. أقيس باستخدام المخبر المُدرّج 20 mL من محلول HCl، وأضعها في الكأس المخصّصة لها.



3. أقيس باستخدام جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني أو ورق الكاشف العام الرقم الهيدروجيني للمحلول، وأسجل نتائجي.

4. أجرب: أصل أقطاب الجرافيت بالمصدر الكهربائي وجهاز الأميتر، وأضعها في محلول HCl، وأسجل قراءة الأميتر.

5. ألاحظ: أغمس شريط مغنيسيوم طوله 2 cm في المحلول، وألاحظ سرعة تصاعد غاز الهيدروجين، وأسجل ملاحظاتي.

6. أجرب: أكرر الخطوات السابقة لمحلول حمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ، وأسجل ملاحظاتي.

### التحليل والاستنتاج:



1. أحدد الرقم الهيدروجيني لكل من المحلولين.

2. أحدد المحلول الأكثر قدرة على التوصيل الكهربائي.

3. أقارن سرعة تصاعد غاز الهيدروجين في كل من المحلولين.

4. أحدد الحمض الأقوى والحمض الأضعف.

5. أستنتج العلاقة بين قوة الحمض وكل من الرقم الهيدروجيني، والتوصيل الكهربائي، وسرعة تصاعد الغاز.

## الخلفية العلمية:

الأَملاح موادُّ أيونِيَّةٌ تتفكك عند إذابتها في الماء إلى أيونات سالبة وأخرى موجبة، ويمكن لبعض هذه الأيونات أن تتفاعل مع الماء منتجة أيونات الهيدرونيوم  $H_3O^+$  في المحلول، أو أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  في ما يُعرَفُ بعملية التَمِيَّةِ، فعند تَمِيَّةِ الأيونات الموجبة مثل  $NH_4^+$  تُنتِجُ أيونات  $H_3O^+$  في المحلول؛ وبذلك يقلُّ الرِّفْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح حمضيًّا. أما عند تَمِيَّةِ الأيونات السالبة، مثل  $HCOO^-$ ؛ فُتنتِجُ أيونات  $OH^-$  في المحلول، وبذلك يزداد الرِّفْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح قاعديًّا. وقد لا يحدث تَمِيَّةٌ لأيٍّ من الأيونات الناتجة من تفكُّكِ الملح، فيكون تأثيرُ محلول الملح متعادلاً.

الهدف: أستقصي التأثير الحمضي أو القاعدي لمحاليل الأملاح.

## الموادُّ والأدوات:



كميَّات مناسبة من الأملاح الآتية: كلوريد الصوديوم  $NaCl$ ، كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$ ، كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $NaHCO_3$ ، إيثانوات الصوديوم  $CH_3COONa$ ، محلول أو أوراق الكاشف العام، كأس زجاجية 100 mL عدد (5)، قطع ورق لاصق، ماء مُقَطَّر، قطارة، ملعقة تحريك، ميزان حسَّاس، مخبر مُدَرَّج.

## إرشادات السلامة:



- اتَّبِعْ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرثدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أتعامل مع المواد الكيميائية بحذر.

## خطوات العمل:



1. أكتب اسم كل ملح وصيغته الكيميائية على قطعة الورق اللاصق وأصقها على أحد الكؤوس، ثم ألقها على الكأس الأخيرة ورقة كتبت عليها ماء مُقَطَّر.
2. أقيس: أضع باستخدام المخبر المُدرَّج 20 mL من الماء المُقَطَّر في كل كأس زجاجية.
3. ألاحظ: أضيف باستخدام القطارة قطرتين من محلول الكاشف العام إلى كل كأس زجاجية، وأحرَّكها باستخدام ملعقة التحريك. ألاحظ لون المحلول وأسجِّله في جدول البيانات.
4. أقيس 3 g من ملح كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ، وأضيفها إلى الكأس المُخصَّصة لها، ثم أحرَّك المحلول، وأسجِّل اللون الذي يظهر فيه في جدول البيانات.
5. ألاحظ: أكرِّر الخطوة (4) مع بقية الأملاح في الكؤوس الأخرى، وألاحظ تغيير ألوان المحاليل، وأسجِّل ملاحظاتي في جدول البيانات.

- جدول البيانات:

المحلول	NaCl	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{CH}_3\text{COONa}$
لون المحلول بعد إضافة الكاشف				
pH المتوقع				
تأثير المحلول (حمضي، قاعدي، متعادل)				

## التحليل والاستنتاج:



1. أصف ألوان محاليل الأملاح في التجربة بعد إضافة الكاشف لكل منها.

.....  
.....

2. أفسر تشابه لون محلول كلوريد الصوديوم NaCl، بعد إضافة الكاشف لكل منها، ولون محلول الكاشف في الماء المقطر.

.....  
.....

3. اصنف محاليل الأملاح في التجربة إلى حمضية أو قاعدية أو متعادلة.

.....  
.....

4. أوقع قيمة pH لكل محلول في التجربة بالاعتماد على الألوان المعيارية للكاشف العام في المحاليل المختلفة.

.....  
.....

5. أفسر: أكتب معادلة كيميائية أفسر بها السلوك الحمضي أو القاعدي لكل محلول.

.....  
.....

# أسئلة تفكير

## السؤال الأول:

تركيز المحلول M	$[OH^-]M$	القاعدة
0.1	$1 \times 10^{-5}$	A
0.01	$1 \times 10^{-3}$	B
1	$1 \times 10^{-5}$	C

يُبين الجدول المجاور ثلاثة محاليل لقواعد ضعيفة مختلفة التركيز، أدرسها، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

1. أرّتب القواعد حسب قيم ثابت تأينها  $K_b$ .
2. أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة A.
3. أحدد الملح الذي له أقل رقم هيدروجيني؛ AHCl أم BHCl.
4. أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول مكوّن من القاعدة B والملح BHCl، تركيز كل منهما 0.2 M.

## السؤال الثاني:

محلول يتكوّن من القاعدة  $CH_3NH_2$  تركيزها 0.2 M، والملح  $CH_3NH_3Cl$ ، تركيزه 0.4 M. علماً أنّ  $\log 4.5 = 0.65$ ،  $K_b = 4.4 \times 10^{-4}$ .  
أحسب قيمة pH للمحلول.

## السؤال الثالث:

جرى تحضير محلول من الحمض  $H_2CO_3$  والملح  $NaHCO_3$  بالتركيز نفسه، فكان  $[H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7} M$ . أجيب عن الأسئلة الآتية:

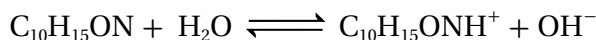
1. أحسب قيمة ثابت التآين  $K_a$  للحمض  $H_2CO_3$ .
2. أكتب صيغة الأيون المشترك.
3. أحسب النسبة  $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$  لتكون قيمة pH للمحلول تساوي 7.45، وهي القيمة المناسبة ليؤدي الدم وظيفته في الجسم (علماً أنّ  $\log 3.55 = 0.55$ ).

## السؤال الرابع:

المادة الفعالة في الأسبرين هي حمض أسيتيل الساليسيليك ( $HC_9H_7O_4$ )، وهو حمض ضعيف أحادي البروتون، ما هو الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج عن إذابة قرصين من الأسبرين في لتر من الماء المقطر؛ إذا احتوى القرص الواحد على 0.5 g من حمض أسيتيل الساليسيليك؟ ( $Mr = 180.16 \text{ g/mol}$ ,  $K_a = 3 \times 10^{-5}$ ).

## السؤال الخامس:

يستخدم الإيفيدرين  $C_{10}H_{15}ON$  كمنشط للجهاز العصبي المركزي، في بخاخات كمزيج للاحتقان في الأنف، وهو قاعدة عضوية ضعيفة تتأين وفق المعادلة الآتية:



إذا كانت درجة الحموضة pH لمحلول الإيفيدرين بتركيز 0.035 M تساوي 11.33، أحسب  $K_b$  للإيفيدرين.

## السؤال السادس:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. الترتيب الصحيح لمحاليل المركبات الآتية متساوية التركيز وفق قيمة pH لها هو:

- أ.  $HNO_3 < HCOOH < NH_3 < KOH$  . ب.  $NH_3 < KOH < HCOOH < HNO_3$  .  
ج.  $KOH < HCOOH < NH_3 < HNO_3$  . د.  $HNO_3 < HCOOH < KOH < NH_3$  .

2. ناتج تفاعل أيون السيانيد  $CN^-$  مع الحمض المرافق للقاعدة  $HPO_4^{2-}$  هو:

- أ.  $H_2PO_4^- + HCN$  . ب.  $HPO_4^{2-} + HCN$  .  
ج.  $PO_4^{3-} + HCN$  . د.  $H_2PO_4^- + CN^-$  .

3. أيُّ العبارات الآتية صحيحة:

- أ. مفهوم لويس يفسر سلوك حمض برونستد-لوري.  
ب. حمض لويس يمنح زوج الكترولونات للقاعدة.  
ج. تنتج الأحماض المرافقة القوية من قواعد قوية.  
د. جميع الأيونات السالبة المحتوية على ذرة الهيدروجين تسلك سلوكاً أمفوتيرياً.

4. في التفاعل الآتي:  $HSO_4^-(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons SO_4^{2-}(aq) + H_2CO_3(aq)$ ، إذا علمت أن الاتزان يزاح نحو تكوين

المواد الناتجة، فإن الحمض الأقوى هو:

- أ.  $HSO_4^-$  . ب.  $HCO_3^-$  . ج.  $H_2O$  . د.  $H_2CO_3$  .

5. الحمض المرافق الناتج عن تفاعل  $(CH_3)_3N$  مع  $CH_3COOH$ :

- أ.  $CH_3COO^-$  . ب.  $CH_3COOH$  . ج.  $(CH_3)_3NH^+$  . د.  $H_3O^+$  .

6. عند إذابة 0.05 mol من حمض مجهول في 0.5 L من الماء المقطر يتكون محلول الرقم الهيدروجيني له يساوي 1؛ فإن الحمض هو:

أ . HF      ب . HCl      ج . HOCl      د . NH<sub>3</sub>

7. أدرس المعلومات الخاصة بالحموض الضعيفة متساوية التركيز الآتية (HW, HX, HY, HZ):

• تأين الحمض HZ أعلى من تأين الحمض HX.

• pH لمحلول الملح KY أكبر منه لمحلول الملح KX لهما التركيز نفسه.

• [OH<sup>-</sup>] في محلول الحمض HW أقل منه في محلول الحمض HZ.

الترتيب الصحيح للحموض حسب قيمة K<sub>a</sub> لكل منها:

أ . HW < HZ < HY < HX      ب . HY < HX < HZ < HW

ج . HX < HZ < HY < HW      د . HW < HX < HY < HZ

8. محلول القاعدة الضعيفة C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N؛ تركيزه 0.01 M، فإن:

أ . pH = 12      ب . [OH<sup>-</sup>] = 1 × 10<sup>-2</sup> M

ج . pH > 12      د . [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] > 1 × 10<sup>-12</sup> M

9. محلولان لمليح من أملاح الصوديوم (NaX, NaY) لهما التركيز نفسه للحمضين الضعيفين (HX, HY)، فإذا

كانت قيمة pH لمحلول NaX = 9 وتركيز [OH<sup>-</sup>] في محلول الملح NaY يساوي 1 × 10<sup>-4</sup> M؛ فإن العبارة الصحيحة:

أ . القاعدة المراقبة للحمض HX أقوى من القاعدة المراقبة للحمض HY.

ب . أيون الملح Y<sup>-</sup> أقل قدرة على التفاعل مع الماء من X<sup>-</sup>.

ج . يقل [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] عند إضافة بلورات الملح NaY الى محلول الحمض HY.

د . في محلول HY يكون [Y<sup>-</sup>] أكبر من [X<sup>-</sup>] في محلول [HX]، المحلولان HX و HY لهما التركيز نفسه.

10. أحد محاليل الأملاح الآتية المتساوية في التركيز له قيمة pOH أعلى من 7:

أ . NaCN      ب . NaCl      ج . NH<sub>4</sub>Cl      د . NaNO<sub>3</sub>

