المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

# الكيمياء

## الصف الثاني عشر - المسار الأكاديمي

## الفصل الدراسي الأول

12

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

# الكيمياء

## الصف الثاني عشر - المسار الأكاديمي

## كتاب الأنشطة والتجارب العملية

### الفصل الدراسي الأول

12


فريق التأليف

د. 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: 1930 Amman 1118

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

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعهـا، بناءً عـلى قرار المجلـس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطوير المناهج في جلسـته رقـم (2025/2)، تاريـخ 2025/2/25 م، وقرار مجلـس التربية والتعليم رقـم (2025/43)، تاريـخ 2025/4/30 م، بـدءًا مـن العام الـدراسي 2025 / 2026 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2025.
- 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 - 795 - 9**

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2025/1/378)

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** | 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**

بلال فارس محمود — جميلة محمود عطية — د.فداء فايز العضايلة

**التحكيم الأكاديمي**

د.عماد محمد خير حمادنة

**التصميم والإخراج**

نايف محمد أمين مراشدة

**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.

**الطبعة الأولى (التجريبية)** — 1446 هـ / 2025 م

# قائمةُ المحتوياتِ


| الموضوعُ | رقمُ الصفحةِ |
|---|---|
| **الوَحدةُ الأولى: حالات المادّة** | |
| تجرِبةُ استهلاليّة: العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط | 4 |
| قانون بويل | 6 |
| العوامل المؤثِّرة في سرعة التبخُّر | 8 |
| أسئلة تفكير | 10 |
| **الوحدة الثانية: المحاليل** | |
| تجربة استهلاليّة: خصائص المخاليط | 16 |
| الانخفاض في درجة تجمُّد المحلول | 18 |
| أسئلة تفكير | 19 |
| **الوحدة الثانية: الاتّزانُ الكيميائي** | |
| تجربةٌ استهلاليةٌ: تسامي اليود | 23 |
| أثرُ التركيز على موضِع الاتّزان | 25 |
| أثرُ درجة الحرارة على الاتّزان | 27 |
| أسئلة تفكير | 29 |
| **الوَحدةُ الأولى: الحُموضُ والقواعدُ وتطبيقاتُها** | |
| تجرِبةُ استهلاليّة: خصائصُ الحِمض والقاعدة | 36 |
| مقارنةُ قوَّة الحموض | 38 |
| معايرةُ حِمض قوي بقاعدة قويّة | 40 |
| تَمَيُّهُ الأملاح | 42 |
| أسئلة تفكير | 45 |

# تجربة استهلاليّة

# 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.

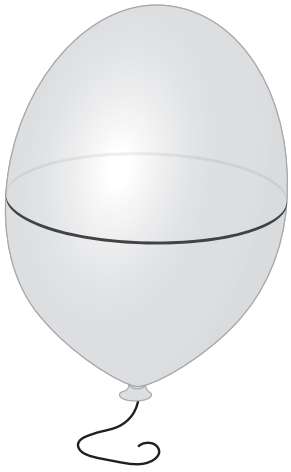
**المواد والأدوات:**

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

**إرشادات السلامة:**

- أتَّبِعُ 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 الدائرة المرسومة على كلٍّ منهما باستخدام المتر، ثمّ أُسَجّلُه.
3. **أُجَرِّبُ**: أضعُ أحدَ البالونين في حمّام ثلجيّ والآخرَ في حمّام مائيّ ساخن مدّة 10 min.
4. **أقيسُ**: أُخرِجُ البالونَين، وأقيسُ محيطَ الدائرة المرسومة على 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.

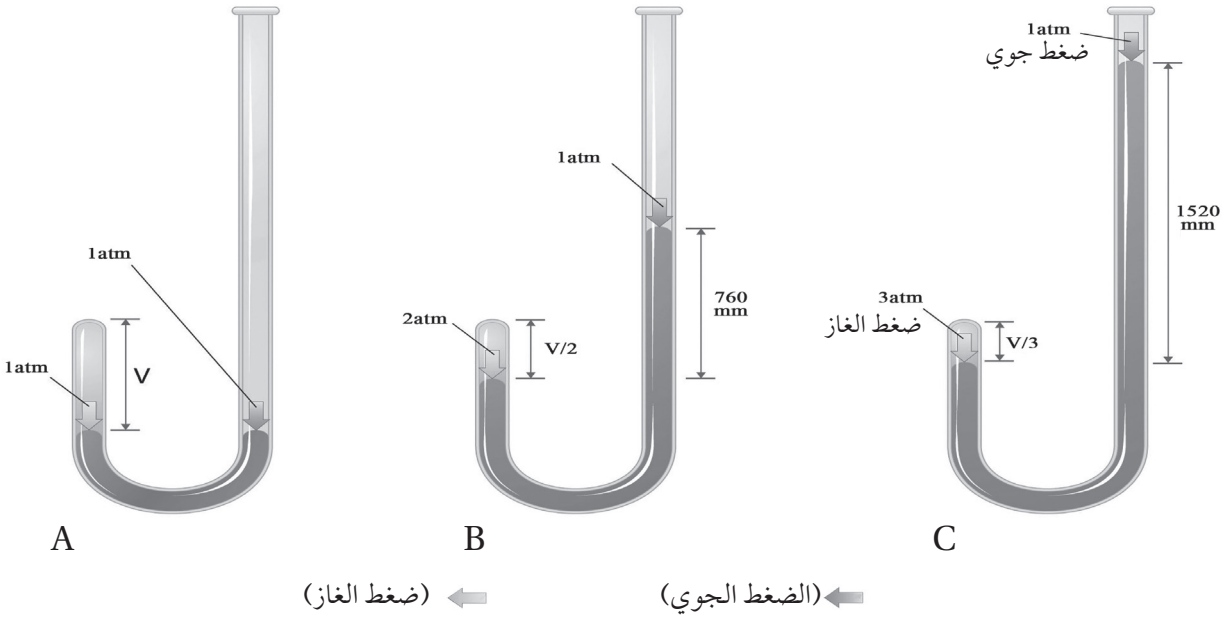
.....

.....

# 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".



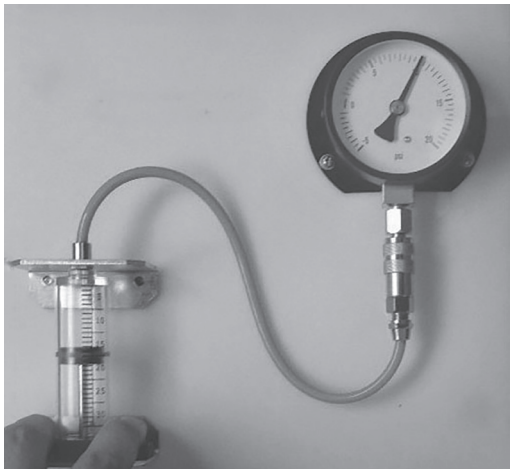

**الهدف:** أستقصي العلاقةَ بين حجم الغاز وضغطه عند ثبات درجة حرارته.

## المواد والأدوات:

مِحقن طبيّ 50mL، 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) | | | | | | | |
| $\frac{1}{P}$ | | | | | | | |

## التحليل والاستنتاج:

1. **أرسمُ بيانيًّا** العلاقةَ بين حجم الغاز وضغطه.
2. **أرسمُ بيانيًّا** العلاقةَ بين حجم الغاز V و 1/P
3. أصِفُ العلاقةَ بين ضغط الغاز وحجمه وأفسرها.

.....

.....

.....

# التجربةُ 2 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:**

كحول الإيثانول، ثنائي إيثل إيثر، مِخبار مدرّج (10 mL) عدد (2)، أُنبوب اختبار عدد (6) وَأُرَقِّمُها، كأس زجاجيّة سَعَةُ (200 mL)، (100 mL) ماء درجة حرارته 40 °C ، و 15 °C حامل أنابيب اختبار وماسك 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** (10 mL) منَ الإيثانول باستخدام المِخبار المدرّج وأضعُها في أُنبوب الاختبار رقم (1)، وكذلك الحال في أُنبوب الاختبار رقم (2)، وَأُكَرِّرُ ذلك بالنسبة إلى ثنائي إيثيل إيثر (أُنبوبا الاختبار 3 ، 4).
2. أضعُ أنابيبَ الاختبار 1 ، 3 في الكأس الزجاجيّة المحتوية على الماء الساخن بدرجة 15°C، وأتركُها لمدّة (5 min).
3. **أقيسُ** كميّةَ السائل المتبقيةَ في كلّ أنبوبِ اختبار باستخدام المِخبار المدرّج، ثمّ أُسجِّلُها.
4. أكرر الخطوتين 2 ، 3 باستخدام الأنبوبين 2 ، 3 في الكأس الزجاجية المحتوي على الماء بدرجة حرارة 40 °C.

5. **أُنظِّمُ البيانات**: أُسجِّلُ الكميّاتِ المتبقيّةَ من كُلِّ سائل في الجدول.

| اسمُ السائل | | | | |
|---|---|---|---|---|
| رَقْمُ الأُنبوب | 1 | 2 | 3 | 4 |
| كميّةُ السائل | | | | |

## التحليل والاستنتاج:

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

.....

.....

2. **أقارن**: أيُّ السائلين أسرع تبخرًا؟

.....

.....

3. أُحَدِّدُ نوعَ قوى التجاذب بين جُزَيئات كُلِّ سائل.

.....

.....

4. **أُفَسِّرُ** اختلافَ السائلين في سرعة تبخرهما اعتمادًا على قوى التجاذب بين جزيئاتهما عند نفس درجة الحرارة.

.....

.....

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

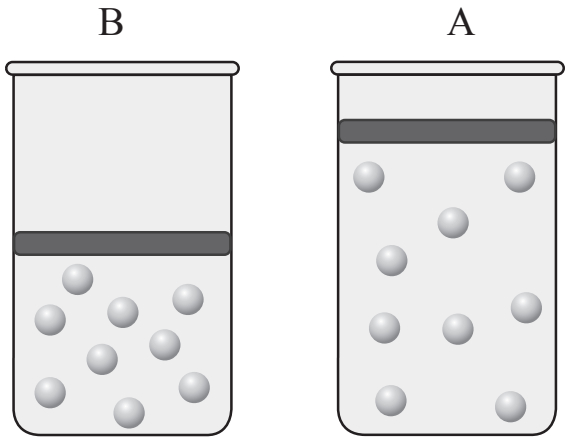
.....

.....

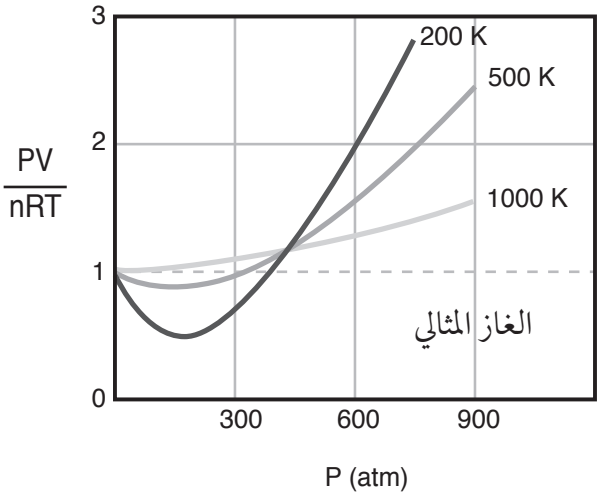
.....

# أسئلةُ تفكير

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



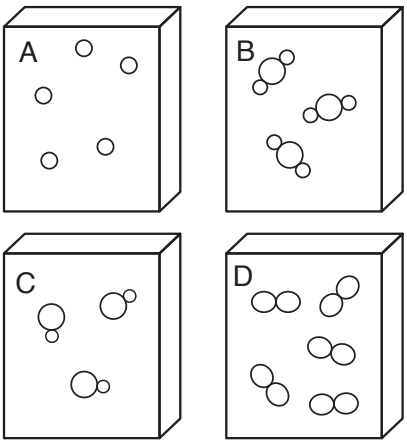

**السؤالُ الثاني:**




اعتمادًا على قانون الغاز المثالي $PV = nRT$؛ النسبة $\frac{PV}{nRT}$، تساوي (1) لأيِّ غازٍ مثاليّ على جميع قِيَمِ الضغط ودرجات الحرارة. ويمثِّلُ الشكلُ تغيُّرَ $\frac{PV}{nRT}$ معَ الضغط لغاز النيتروجين $N_2$ عند ثلاث درجات حرارة 200 K، 500 K، 1000 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 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 أربع عينات متساوية في الحجم لأربعـة غـازات مختلفـة. اعتمادًا عليـها، أُجيبُ عنِ الأسئلة الآتية:

أ . هـل لهذه العينـاتُ الأربعـة الظروفُ نفسُها مِنَ الضغط ودرجـة الحرارة؟ **أُفَسِّرُ** إجابتي.

.....

.....

ب. إذا كانت الكتلة المولّية للغاز (A) $Mr = 20$ g/mol وللغاز (D) $Mr = 32$ g/mol، فأيُّ الغازين أسرع تدفقا؟

.....

.....

## السؤالُ الرابع:

خُلطت عيّنة من الغاز A، حجمها 0.5 L، وضغطها 300 mmHg عند درجة حرارة 300° K، مع عينة من الغاز B، حجمها 0.4 L، وضغطها 350 mmHg عند درجة الحرارة نفسها، فكان الضغط الكُلّي 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 الكُلّي للخليط داخل الوعاء عند درجة حرارة 360° K.

.....

.....

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

.....

.....

**السؤالُ الخامس:**

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

| المعلومات عن الهواء داخل الإطار | الإطار في الوضع أ | الإطار في الوضع ب |
|---|---|---|
| درجة حرارة الهواء | 27° C | 2° C |
| ضغط الهواء | 30 atm | 29 atm |
| حجم الهواء | 20 L | ?? |
| عدد مولات الهواء | 25 mol | 25 mol |

أ . **أُفَسِّرُ** النقص في ضغط الهواء داخل الإطار في الوضع (ب).

.....

.....

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

.....

.....

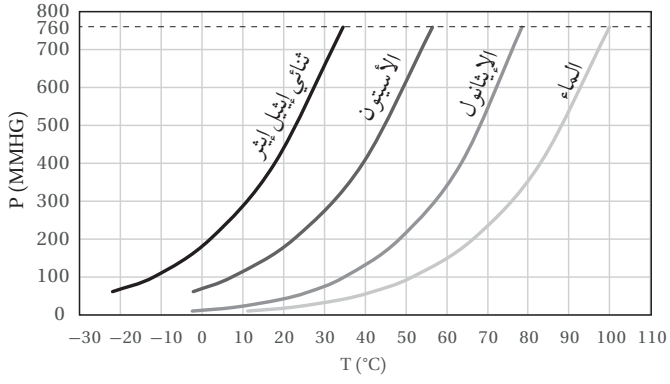
جـ. أحسب عدد مولات الهواء اللازم إضافتها إلى الإطار في الوضع (ب) حتى يعود حجم الهواء إلى 20 L عند 2 °C و29 atm.

.....

.....

**السؤالُ السادس:**

المنحنى الآتي يمثل العلاقة بين درجة الحرارة (°C) والضغط البخاري (mmHg) لسوائل أربعة هي ثنائي إيثيل إيثر، الأسيتون، الإيثانول والماء.




أستخدم المنحنى في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ . أحدد درجة الغليان المعيارية للأسيتون $CH_3COCH_3$.

.....

ب. أحدد الضغط البخاري لثنائي إيثيل إيثر $C_2H_5OC_2H_5$ عند (20 °C).

.....

جـ. عندما يغلي الإيثانول $C_2H_5OH$ عند درجة حرارة (50 °C) فما قيمة الضغط المؤثر على سطحه؟

.....

د . أي المواد الأربعة يتواجد في الحالة الغازية عند درجة حرارة (70 °C). أبرر إجابتي.

.....

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

.....

**السؤال السابع:**

**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 مع بعضها.

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

د . حجم جزيئات الغاز مهمل مقارنة بالحجم الكُلّي للغاز.

2. يمكن حساب الضغط الكلي لخليط من الغازات باستخدام العدد الكلي لمولات غازات الخليط، العبارة السابقة تتفق مع قانون:

أ . جراهام. ب. جاي لوساك. جـ. دالتون للضغوط الجزئية. د. القانون الجامع.

3. أحد الغازات الأتية لا يمكن إسالته على جميع قيم الضغط ودرجات الحرارة:

أ . غاز الهيدروجين . ب. غاز النيتروجين. جـ. غاز الأكسجين. د. الغاز المثالي.

4. 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:

أ . 273 °C. ب. 173 °C. جـ. 100 °C. د. 546 °C.

5. عينة غاز نسبة حجمها إلى درجة حرارتها المطلقة تساوي 0.01، فإن درجة الحرارة (°C) لهذه العينة عندما يكون حجمها 5 L تساوي:

أ . 500 ب. 227 جـ. 273 د. 773

6. ينفخ غوّاصٌ 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:

أ . 0.34 ب. 0.77 جـ. 1.68 د. 1.64

7. بالون مملوء بالغاز حجمه 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 جـ. 39.25 د. 30.7

8. يكون حجم مول واحد من غاز ثاني أُكسيد الكبريت $SO_2$ أقل ما يمكن عند:

أ . 2 atm , 273 K ب. 1 atm , 273 K جـ. 1 atm . 546 K د. 2 atm , 546 K

9. 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.

جـ. متوسط الطاقة الحركية للجزيئات. د . حجم الغاز.

10. دورق محكم الإغلاق حجمه 1 L يحوي غاز النيون Ne وآخر حجمه 1.5 L يحوي غاز الزينون Xe، وكلاهما له درجة الحرارة والضغط نفسه؛ فإن العلاقة بين عدد مولات الغاز (n) في كُلّ منهما هي:

أ . nNe = nXe ب. nNe = 1.5 nXe جـ. nXe = 1.5 nNe د. nXe = 0.5 nNe

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

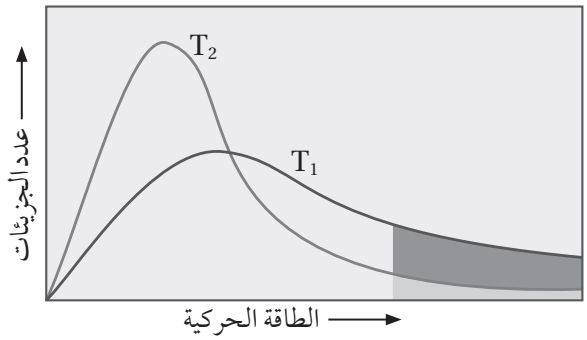
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 400 | 55 | 210 | 40 |

أ . B < D ب. C < A جـ. B < C د. D < A

12. السائل الذي له أقل طاقة تبخر مولية هو:

أ . $CH_3CH_2CH_2F$ ب. $CH_3CH_2CH_2CH_3$ جـ. $CH_3COCH_3$ د. $CH_3CH_2CH_2OH$

13. يمثل المنحنى توزيع الطاقة الحركية على الجزيئات عند درجتي 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 $T_2$.

جـ. بزيادة درجة الحرارة يقلّ الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتبخر.

د. متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند $T_2$ أكبر منها عند $T_1$.

14. يستغرق نضج الطعام في المناطق المرتفعة زمنًا أطول منه في المناطق المنخفضة وذلك لأنّ:

أ . نسبة الأكسجين في المناطق المرتفعة أقل؛ فيحتاج زمنًا أطول.

ب. الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمنًا أطول.

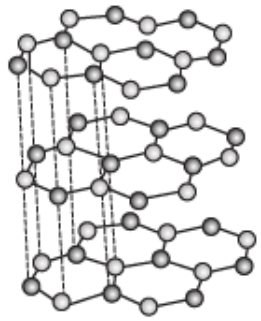
جـ. الضغط الجوي في المناطق المرتفعة أقل؛ فتقل درجة الغليان فيحتاج زمنًا أطول.

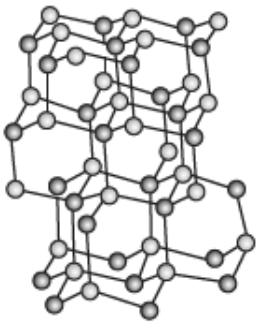
د. الضغط الجوي في المناطق المنخفضة أكبر؛ فتزيد درجة الغليان فيحتاج زمنًا أطول.

15. المادة الصُّلبة التي لها أعلى درجة انصهار:

أ . $AlF_3$ ب. $SiF_4$ جـ. $NH_3$ د. $P_4$

16. يُكّون البورون مع النيتروجين نيتريد البورون BN الذي يتواجد على شكلين مُتآصلين، (1 ، 2)؛ ويشبه هذان المتآصلان ما يُكوّنه الكربون من متآصلات، أيُّ العبارات الآتية غير صحيحة؟


(1)


(2)

أ . يشبه المُتآصل (1) في تركيبه البنائي الغرافيت، ويشبه المتآصل (2) الماس.

ب. يوصل المتآصل (1) التيار الكهربائي.

جـ. المتآصل (2) عالي القساوة.

د . يُصنَّف كُلٌّ من المتآصلين على أنه صُلب جُزيئي.

# خصائصُ المخاليط

**الخلفية العلمية:**

تنتج ظاهرة تندال من تشتُّت الضوء عند مروره خلال مخلوط غرويّ أو مخلوط معلَّق مُكوَّن من جُسيمات دقيقة. فعندما يتشتَّت الضوء؛ يصبح شعاعه داخل المخلوط الغرويّ مرئيًّا. وعندما يمر الضوء خلال المحلول لا تحدث ظاهرة تندال؛ ويعني ذلك أن شعاع الضوء غير مرئيّ في المحلول. ويمتاز المحلول الحقيقي بأنه لا يمكن فصل مُكوّناته بالترويق أو الترشيح. ولا يمكن تمييز دقائق المُذاب بالعين المجردة أو بالمجهر، وهو متجانسٌ مثل السكر في الماء. أما المخلوط الغروي فلا يُمكن فصل مُكوّناته بالترويق أو الترشيح، ويمكن رؤيتُها بشكل واضح بالمجهر الإلكتروني، وهو غير متجانس مثل الحليب والدم. بينما في المخلوط المعلق يُمكن فصلُ مكوّناته بالترويق أو الترشيح، ويمكن تمييز دقائق المُذاب بالعين المجردة، وهو غير متجانسٍ مثل الطباشير في الماء.

**الهدف:** أستقصي بعض خصائص المخاليط.

## الموادُّ والأدواتُ:

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

## إرشادات السلامة:

أحذرُ عند التعامل مع المواد الكيميائية، أرتدي القفازات ومعطف المختبر.

## خطوات العمل:

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

5. **أُجرّبُ**: أرشح المخلوط الناتج في الكؤوس الثلاثة؛ وذلك بوضع ورق الترشيح داخل القمع. ثم أصُبُّ محتويات الكؤوس كُلّها فوق ورق الترشيح.

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

## التحليل والاستنتاج:

1. **أقارن**: أيُّ الكؤوس تبدو متجانسة ؟

.....

.....

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

.....

.....

3. **أقارن**: أيُّ الكؤوس مرر الضوء وأيُّها لم يمرره؟

.....

.....

# التجربة 1 الانخفاضُ في درجة التجمد

**الخلفيّةُ العلميّة:**

يُعَدُّ الانخفاضُ في درجة التجمُّد مِنَ الخصائص الجامعة للمحاليل التي تعتمد على عدد جُسَيمات المُذاب، 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؛ ممّا 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.

.....

.....

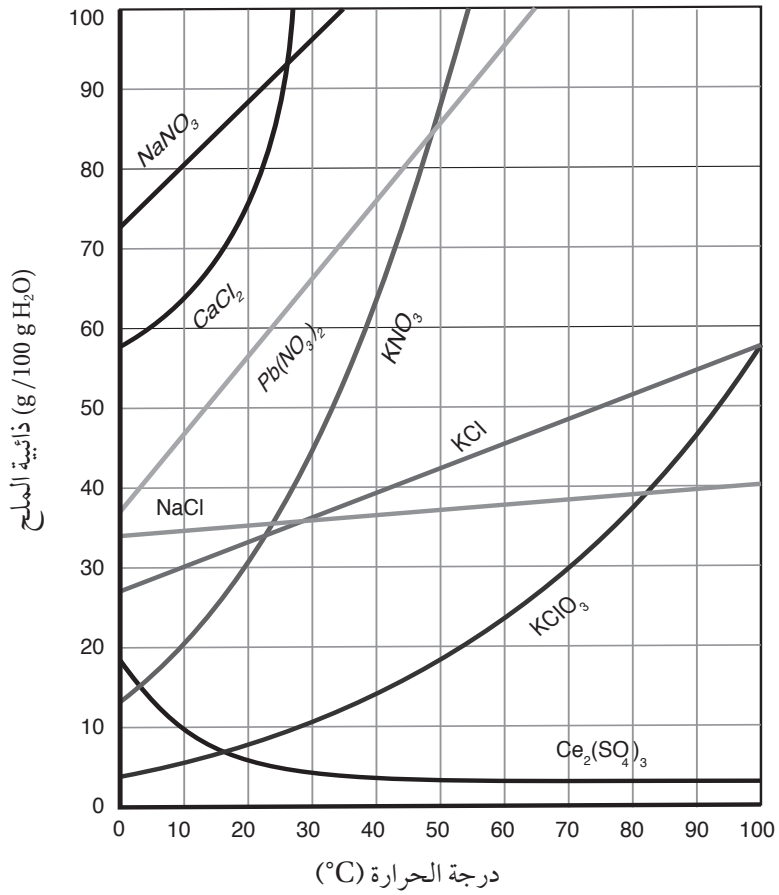
2. **أُفَسِّرُ** أثرَ أيونات الملح ($Na^+$ , $Cl^-$) الموجودةِ في المحلول في انخفاض درجة التجمّد.

.....

.....

# أسئلةُ تفكير

**السؤالُ الأول:**




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 ؟

.....

.....

**السؤال الثاني:**

أُذيبَ 27 g من غاز الأستيلين $C_2H_2$ في 1L من الأسيتون $CH_3COCH_3$ عند ضغط 1atm، ودرجة حرارة 25 °C فكم يذوب من الأستلين عند زيادة الضغط الجزئي له إلى 10 atm عند درجة الحرارة نفسها.

.....

.....

**السؤال الثالث:**

أُذيبَ 14 g من مادة صلبة متأينة صيغتها العامة $XA_3$ في 500 g من الماء، فوجد أن درجة تجمد المحلول 0.78 °C−، أحسب الكتلة المولية للمركب $XA_3$، علمًا أن $K_f = 1.86\ °C\ kg/mol$.

.....

.....

**السؤال الرابع:**

أُذيبت عينة من مادة صلبة أيونية في 1.00 kg من الماء؛ فكانت درجة تجمد الماء 0.01 °C−. إذا أُذيب ثلاثة أضعاف كتلة المادة الصلبة الأيونية في 1.0 kg من الماء وكانت درجة تجمد المحلول الناتج 0.09 °C−، أيٌّ من الصيغ التالية يمكن أن تكون صيغة المادة الصلبة: MX، $MX_2$، أو $MX_3$، حيث M تمثل أيونًا موجبًا و X أيونًا سالبًا بشحنة 1− ؟$K_f = 1.86\ °C\ kg/mol$

.....

.....

**السؤال الخامس:**

**أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:**

1. المادة التي لا تُكوّنُ محلولًا مُتجانسًا مع الماء:

أ . $CCl_4$.  ب. KBr.  جـ. NaI.  د. $CH_3OH$

2. أحد المحاليل الآتية يمثل محلولًا صُلبًا:

أ . الإيثانول في الماء.  ب. السكر في الماء.

جـ. كلوريد الصوديوم في الماء.  د . النحاس في الذهب.

3. تُعدُّ الغيوم مثالًا على مخلوط:

أ . غاز في سائل .　　ب. سائل في سائل.

جـ. غاز في غاز.　　د . سائل 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.

جـ. قطر دقائق المذاب فيها من (1 nm – 1000 nm).

د . تبدو ضبابيّةً عند تمرير أشعّة ضوئيّة خلالها.

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

أ . طبيعة المذاب.　　ب. طبيعة المذيب.　　جـ. درجة الحرارة.　　د. الضغط.

6. الخصائص الآتية تزداد بزيادة تركيز مادة غير متطايرة في المحلول ما عدا:

أ. الضغط الأسموزي.　　ب. الارتفاع في درجة الغليان.

جـ. الضغط البخاري.　　د. الانخفاض في درجة التجمد.

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

أ . $CO_2$ ($Mr = 44$ g/mol)　　ب. $N_2$ ($Mr = 28$ g/mol)

جـ. $H_2$($Mr = 2$ g/mol)　　د. Ar ($Mr = 40$ g/mol)

8. حُضّر محلول مشبع من من نترات البوتاسيوم $KNO_3$ بإذابة 40 g منه في 50 g من الماء عند درجة حرارة 48 °C، ثمّ برد المحلول إلى 27 °C حيث ذائبية $KNO_3$ عند هذه الدرجة تساوي 40 g/100 g $H_2O$؛ فإن كتلة الملح المترسبة (g) في المحلول تساوي:

أ . 40　　ب. صفر　　جـ. 10　　د. 20

9. ذائبية غاز ما في الماء عند 25 °C وضغط جزئي 3.5 atm تساوي 0.77 g/L، للحصول على محلول يحتوي 0.22 g/L من الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها؛ فإن الضغط اللازم (atm) يساوي:

أ . 0.59　　ب. 1　　جـ. 0.286　　د. 1.167

10. المحاليل الآتية متساوية في التركيز:

(1). $Br_2$ في $CCl_4$ ، (2). NaCl في الماء ، (3). $MgCl_2$ في الماء.

الترتيب الصحيح لها وفق توصيلها للتيار الكهربائي:

أ . $1 > 2 > 3$ ب. $3 > 2 > 1$ جـ. $2 > 3 > 1$ د. $2 > 1 > 3$

11. محلول مكون من 12.5 g من مادة مذابة غير مُتأيّنة في 170 g من الماء، فارتفعت درجةُ غليان المحلول بمقدار 0.63 °C، فإنّ الكُتلَة الموليّة للمادة المذابة تساوي ($K_b\ H_2O = 0.512\ °C\ kg\ mol^{-1}$):

أ . 88.5 ب. 77.2 جـ. 59.5 د. 40.7

12. الترتيب الصحيح للمحاليل المائية الآتية (0.15 m KCl، 0.05 m $CaCl_2$، 0.2 m $C_{12}H_{22}O_{11}$) وفق درجة الغليان المتوقعة لها هو:

أ . $C_{12}H_{22}O_{11} > KCl > CaCl_2$. ب. $KCl > C_{12}H_{22}O_{11} > CaCl_2$.

جـ. $KCl > CaCl_2 > C_{12}H_{22}O_{11}$. د. $CaCl_2 > C_{12}H_{22}O_{11} > KCl$.

13. ذائبية نترات الفضة $AgNO_3$ عند درجة الحرارة 20 °C تساوي 216 g/100 g $H_2O$، فإن كتلة نترات الفضة $AgNO_3$ بالغرام اللازمة لتحضير محلول مشبع منها في 25 g في الماء عند درجة حرارة نفسها تساوي:

أ . 216 ب. 108 جـ. 100 د. 54

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

أ. الماء المقطر. ب. مياه الشرب. جـ. مياه البحر. د. مياه البحر الميت.

# تسامي اليود

**الخلفية العلمية:**

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

**الهدف:** تعرُّف مفهوم الاتزان الديناميكي.

## الموادُّ والأدواتُ:

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

## إرشادات السلامة:

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

## خطوات العمل:

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

.....

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

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

1. ما التغيُّر الذي يحدث على بلورات اليود الصُلبة؟ وأسمِّي هذه العملية.

.....

.....

.....

2. أُحدّدُ لون بخار اليود المتصاعد.

.....

.....

.....

3. ما التغيُّر الذي يحدث على بخار اليود بمرور الوقت؟ وأسمِّي هذه العملية.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

# التجربةُ 1 أثرُ التركيز في موضع الاتّزان

**الخلفية العلمية:**

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

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

بُنيٌّ مُحمرّ عديم اللون بُنيٌّ باهت عديم اللون

**الهدف:** استكشاف أثر تراكيز المواد في موضع الاتّزان.

## الموادُّ والأدواتُ:

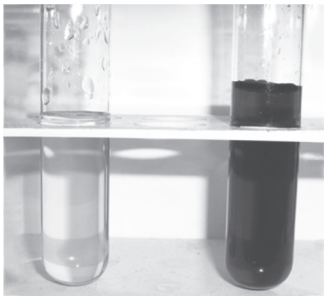
محلول ثيوسينات الأمونيوم $NH_4SCN$، محلول كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$، محلول كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$، أنابيب اختبار عدد (3)، ماصّة عدد (3)، حامل أنابيب.

## إرشادات السلامة:

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

## خطوات العمل:

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



.....

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

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

.....

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

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

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

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

# التجربةُ 2 أثرُ درجةِ الحرارة في الاتّزان

**الخلفية العلمية:**

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

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

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

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

يحتوي وعاء التفاعل على خليطٍ من غازي 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 الاتّزان.

**الموادُّ والأدواتُ:**

برادةُ النحاس، محلول حمض النيتريك $HNO_3$؛ تركيزه 0.1 M، دورقٌ مخروطيٌّ؛ سعته 50 mL عدد (3)، سدادة مطاطيّة عدد (3)، حوضٌ زجاجيّ عدد (2)، ماء ساخن، قطع من الجليد.

**إرشادات السلامة:**

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.
- أحذرُ عند التعامل مع حمض النيتريك.
- أجري التجربة في خزانة الأبخرة وأحذر من استنشاق غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

## خطوات العمل:

1. **أقيسُ**: أضعُ 5 mL من محلول حمض النيتريك في كلّ دورقٍ مخروطيّ.
2. **ألاحظُ**: أحضرُ الدوارق المخروطية الثلاثة وأُرقّمُها، ثم أضعُ في كلّ منها 1g من برادة النحاس وأغلقُها بإحكام، وألاحظ لون الغاز المُتكوّن في كلٍّ منها.
3. أُحضّر الحوضين الزجاجيين، وأضع في أحدهما إلى منتصفه ماءً ساخنًا، وفي الآخر ماءً وجليدًا.

ماء ساخن | ماء عند درجة حرارة الغرفة | ماء بارد

4. **أجرّبُ**: أتركُ الدورقَ رقم (1) جانبًا، ثم أضعُ الدورقَ (2) في الحوض المحتوي على الماء الساخن، والدورقَ (3) في حوض الماء البارد.
5. **أُقارنُ**: أنتظرُ 2 min، ثمّ أقارنُ لون الغاز في الدورقين (2,3) بلون الغاز في الدورق (1)، أُسجّل لون الغاز في كلّ دورق.

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

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

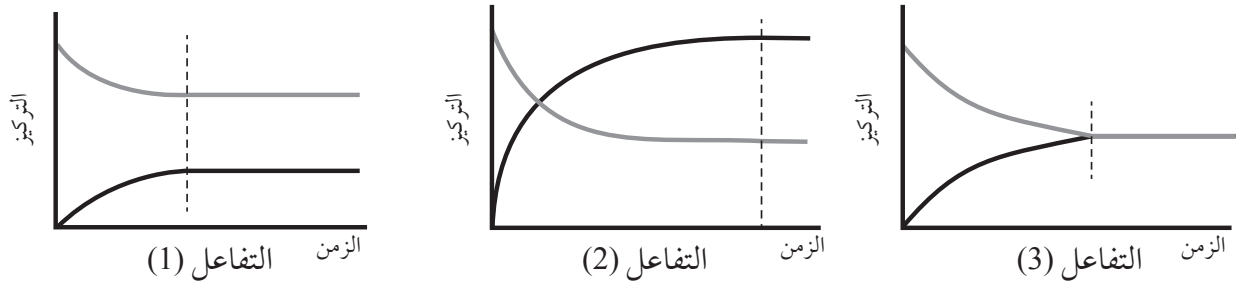
.....

.....

# أسئلةُ تفكير

## السؤال الأول:

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




1. ما الجهة التي يُزاح نحوها الاتّزان لكلٍّ من التفاعلين (2,1)؟

.....

.....

2. ما القيم التقريبية لثابت الاتّزان (أكبر من واحد، أقل من 1، تساوي 1) لكلٍّ من التفاعُلات الثلاثة؟ أفسر إجابتي.

.....

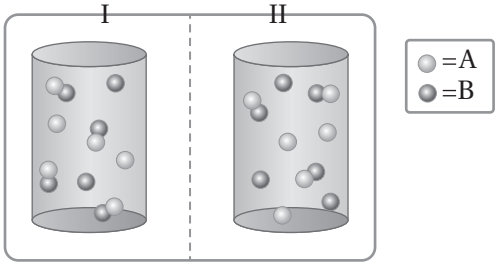
.....

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

.....

.....

## السؤال الثاني:

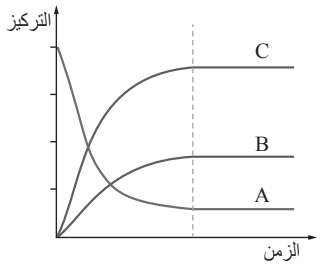



يمثل الشكل المجاور مكونات التفاعل $AB_{(g)} + heat \rightleftharpoons A_{(g)} + B_{(g)}$ عند الإتزان عند درجتي حرارة مختلفتين، وفي وعائين منفصلين. أي الوعائين يمثل مكونات التفاعل عند درجة الحرارة الأقل؟

.....

.....

## السؤال الثالث:




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

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

.....

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

.....

3. أكتبُ تعبيرَ ثابتِ الاتّزان للتّفاعُل؛ علما بأن الموادّ جميعَها في الحالة الغازية.

.....

## السؤال الرابع:

- في التفاعل الآتي: $3NO_{(g)} \rightleftharpoons N_2O + NO_{2(g)} + 155.7\ kJ$

أستنتج أثر التغيرات الآتية على موضع الاتّزان:

أ . زيادة الضغط.....

ب. زيادة درجة الحرارة.....

جـ. زيادة تركيز غاز $N_2O$. .....

د . إضافة عامل مساعد. .....

## السؤال الخامس:

في التفاعل الآتي:

$$ICl_{(l)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons ICl_{3(s)} + heat$$

أ . **أستنتجُ** أثر خفض درجة الحرارة على تركيز $Cl_2$ عند الاتّزان. .....

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

## السؤال السادس:

التفاعل الآتي يحدث عند درجة حرارة معينة:

$$PCl_{5(s)} \rightleftharpoons PCl_{3(l)} + Cl_{2(g)}$$

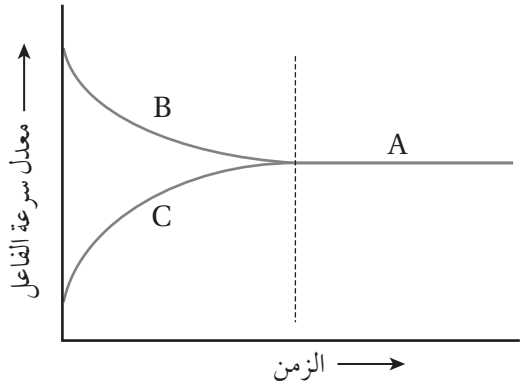
أ . أستنتج أثر زيادة الضغط على كتلة $PCl_5$ عند الاتّزان.

.....

ب. عند زيادة درجة الحرارة قلّت كتلة $PCl_5$ الصُلبة، هل التفاعُل طاردٌ للطاقة أم ماصٌّ لها؟ أبرر إجابتي.

.....

## السؤال السابع:




**أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:**

1. يمثل الشكل المجاور تفكُّك غاز رباعيِّ أكسيد ثنائي النيتروجين $N_2O_4$ إلى غاز ثاني أكسيد النتروجين وفقًا لمعادلة التفاعل الآتي:

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

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

أ . A حالة الاتّزان، C سرعة التفاعل الأمامي، B سرعة التفاعل العكسي.

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

جـ. 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 الأكسجين الذي يدخل إلى الجسم في أثناء عملية التنفس بجزيئات الهيموجلوبين (Hb) في الدم، وينتج الهيموجلوبين المؤكسج ($Hb(O_2)_4$)، حيث يُشكّل الهيموجلوبين والأكسجين نظامًا مُتّزنًا كما في المعادلة:

$$Hb_{(aq)} + 4O_{2(g)} \rightleftharpoons Hb(O_2)_{4\,(aq)}$$

ماذا يحدث عند نقصان تركيز الأكسجين في الدم؟

أ . يُزاح الاتّزان نحو اليسار ويتحرّر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين.

ب. يُزاح الاتّزان نحو اليمين ويتحرّر الأكسجين المرتبط بالهيموجلوبين.

جـ. يُزاح الاتّزان نحو اليمين ويرتبط الأكسجين بالهيموجلوبين.

د . يُزاح الاتّزان نحو اليسار ويرتبط الأكسجين بالهيموجلوبين.

3. أي التفاعلات تؤدي زيادة الضغط الكلّي لها إلى إنتاج كمية أكبر من الموادّ الناتجة:

أ . $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

ب. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

جـ. $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$

د . $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$

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

$$4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

أيٌّ من الآتية يمثل التعبير الصحيح لثابت الاتّزان؟

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

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

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

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

5. تتفاعل المادة A مع المادة B لانتاج المادة C. اعتمادًا على المعلومات الاتية:

- 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:

أ . $A + 2B \rightarrow C$ ب. $2A + B \rightarrow 2C$ جـ. $A + B \rightarrow 2C$ د. $2A + 2B \rightarrow C$

6. إذا علمت أنّ مقدار ثابت الاتزان يساوي 2.4، عند درجة حرارة 373 K للتفاعل المتزن الآتي:

$$2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)}$$

وُجد عندَ الاتّزان أن ضغط غاز NO يساوي ضغط غاز NOBr، فإن ضغط غاز $Br_2$(atm) يساوي:

أ . 0.645 ب. 1.55 جـ. 0.416 د. 2.4

7. يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون مع غاز الهيدروجين وفق المعادلة الأتية:

$$CO_{2(g)} + H_{2(g)} + Heat \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

فإنّ إحدى العبارات الآتية صحيحةعند الاتّزان:

أ . زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$.

ب. خفض درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة انتاج الماء $H_2O$.

جـ. زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة انتاج أوّل أُكسيد الكربون CO .

د . خفض درجة الحرارة يؤدي إلى نقصان تركيز الهيدروجين $H_2$.

8. في التفاعل الآتي $2NOBr_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Br_{2(g)}$ : $K_c = 4.08 \times 10^{-4}$ عند 38 °C.

إحدى الآتية تمثل تراكيز المواد عند الاتزان :

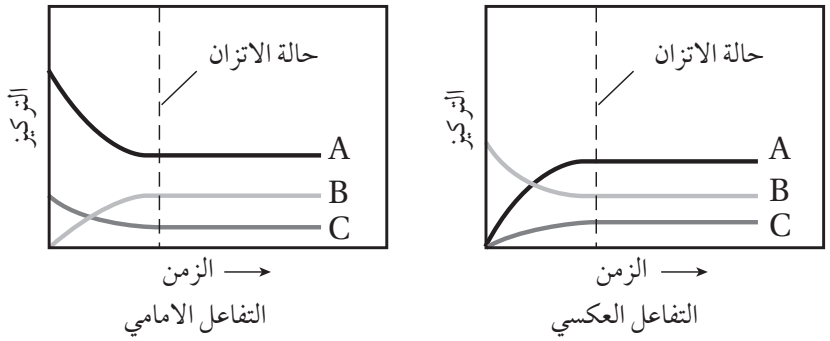
أ . $[NOBr] = 0.07\ M, [NO] = 0.02\ M, [Br_2] = 0.005\ M$.

ب. $[NOBr] = 0.005\ M, [NO] = 0.02\ M, [Br_2] = 0.07\ M$.

جـ. $[NOBr] = 0.02\ M, [NO] = 0.005\ M, [Br_2] = 0.02\ M$.

د . $[NOBr] = 0.005\ M, [NO] = 0.07\ M, [Br_2] = 0.005\ M$.

9. تمثّلُ المعادلة الموزونة الآتية: $N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$ تفاعل تحضير الأمونيا كما في الشكل؛ فالرموز الصحيحة التي تمثل التفاعل هي:




أ . $A:H_2$، $B:N_2$، $C:NH_3$

ب. $A:N_2$، $B:H_2$، $C:NH_3$

جـ. $A:NH_3$، $B:H_2$، $C:N_2$

د. $A:H_2$، $B:NH_3$، $C:N_2$

10. يتواجد اليود الصُلب واليود الغاز في حالة اتّزان داخل وعاء مغلق: $I_{2(s)} \rightleftharpoons I_{2(g)}$ لذلك فإن التغير الذي يؤدي إلى إزاحة موضع الاتّزان نحو اليمين هي:

أ . زيادة كتلة اليود الصُّلب. ب. إنقاص كتلة اليود الصُّلب.

جـ. زيادة حجم وعاء التفاعل. د . إنقاص حجم وعاء التفاعل.

11. أحد التغيرات الآتية يؤدي إلى إزاحة موضع الاتّزان نحو تكوين النواتج في التفاعل الآتي:

$$CH_{4(g)} + H_2S_{(g)} \rightleftharpoons CS_{2(g)} + 4H_{2(g)} \quad \Delta H > 0$$

أ. تبريد وعاء التفاعل. ب. إضافة عامل مساعد.

جـ. إنقاص حجم وعاء التفاعل. د . سحب غاز الهيدروجين من وعاء التفاعل.

12. 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 (M) B عند الاتّزان:

أ . يساوي 15 ب. أكبرمن 10 وأقل من 15 جـ. أكبر من 5 وأقل 10 د. يساوي 10

13. التفاعل الآتي يحدث عند درجة حرارة 500 K: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

ثابت الاتّزان للتفاعل $K_p = 0.497$، إذا كانت الضغوط الجزئية عند الاتزان لكل من $P_{PCl_3} = 0.35$ atm، $P_{PCl_5} = 0.86$ atm؛ فإن الضغط الجزئي (atm) لـ $P_{Cl_2}$ يساوي:

أ . 0.427 ب. 4.94 جـ. 1.22 د. 0.20

14. 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 °C؛ ووجد عند الاتزان أن تركيز HI يساوي $1.87 \times 10^{-3}$ M؛ فإن ثابت الاتّزان $K_c$ للتفاعل يساوي :

أ . 50.5 ب. 15.2 جـ. 36.4 د.63.1

15. اعتمادًا على التفاعل المتزن الآتي: $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2\ NO_{2(g)}$ $\Delta H = +\ 58.0$ kJ، أي العبارات تمثل التغير الصحيح في اتجاه الاتّزان:

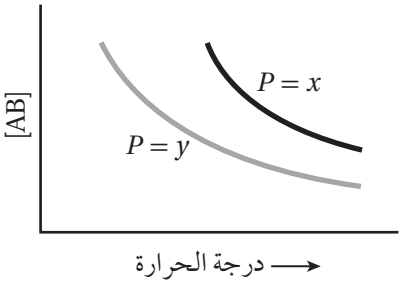
أ . عند إضافة $N_2O_4$، يتجه الاتّزان نحو تكوين المواد الناتجة.

ب. عند إزالة $NO_2$ يتجة الاتّزان نحو تكوين المواد المتفاعلة.

جـ. خفض درجة الحرارة يؤدي إلى اتجاه الاتزان نحو تكوين المواد الناتجة.

د . زيادة حجم وعاء التفاعل يؤدي إلى إتجاه الاتّزان نحو تكوين المواد المُتفاعلة.

16. يمثل الرسم البياني الآتي تغير تركيز المركب الناتج AB باختلاف درجة الحرارة للتفاعل المتزن الآتي تحت تأثير ضغطين مختلفين x و y.




$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons AB_{(g)}$$

فإنّ العبارة الصحيحة مما يأتي:

أ . التفاعل ماصّ و $x > y$.

ب. التفاعل طارد و $x > y$

جـ. التفاعل ماصّ و $x < y$

د. التفاعل طارد و $x < y$

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

$$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)} \quad \Delta H = +131.3\ kJ$$

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.

جـ. زيادة كمية C يؤدي إلى زيادة تكوين CO و $H_2$.

د . زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة تكوين C و $H_2O$.

# خصائصُ الحِمض والقاعدة

**الخلفيّةُ العلميّة:**

تدخل الحموض في تكوين كثير منَ الموادِّ الغذائيّة، مثل الليمون والجريب فروت وغيرها، وقد تعرّفتُ عددًا من خصائص هذه الحموض؛ فهي ذات طعم لاذع، وتؤثر في الكواشف، سواء الصناعيّة أو الطبيعيّة؛ فهي تغيِّرُ لونَ ورقة تبّاع الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر. وللقواعد خواصُّ تميِّزُها عن غيرها من الموادّ، فهي ذات طعم مُرّ، وملمس زَلِق، كما أنها تغيِّرُ لونَ ورقة تبّاع الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق. وَيُستفادُ من هذه الخصائص في تمييز المحلول الحمضي عنِ المحلول القاعدي.

**الهدف:** أتعرَّفُ بعض خصائص الحُموض والقواعد.

## الموادُّ والأدوات:

محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزُهُ 0.1 M، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزُهُ؛ 0.1 M، أنابيب اختبار عدد 3، حامل أنابيب، أوراق الكاشف العام، مِخبار مُدَرَّج، ميزان حرارة، كأس زجاجيّة، ماء مُقَطَّر.

## إرشادات السلامة:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامة العامّة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذرُ استنشاق حِمض الهيدروكلوريك، ولمسَ محلول هيدروكسيد الصوديوم.

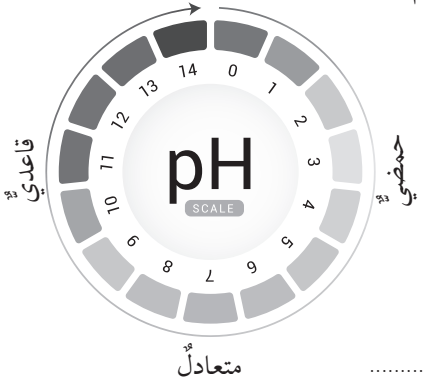
## خطوات العمل:

1. **أقيس:** أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّج في قياس 3 mL من محلول حِمض الهيدروكلوريك، ثمَّ أضعُها في أُنبوب اختبار وَأُرَقِّمُه (1).
2. **أقيسُ** درجةَ حرارة المحلول باستخدام ميزان الحرارة، وَأُسَجِّلُها.

.....

3. **أُلاحظ:** أغمسُ ورقة الكاشف العام في المحلول، وأُلاحظ تغيُّرَ لونها، وَأُسَجِّلُه.

.....



4. **أقيس**: أستخدمُ المِخبارَ المُدَرَّجَ في قياس 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم، ثمَّ أضعُها في أُنبوب اختبار آخرَ وَأُرَقِّمُه (2).

5. أُكَرِّرُ الخُطوتين (3,2) لمحلول هيدروكسيد الصوديوم، وَأُسَجِّلُ النتائج.

.....

6. **أُجَرِّب**: أسكبُ محتويات الأُنبوب (1) في كأس زجاجيّة، وَأُضيفُ إليها تدريجيًّا محلولَ هيدروكسيد الصوديوم منَ الأُنبوب (2)، ثمّ أُكَرِّرُ الخُطوتين (3,2) لمحتويات الكأس الزجاجيّة، وَأُسَجِّلُ النتائج.

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ التغيُّرَ الذي يطرأ على لون ورقة الكاشف عند وضعها في محلول كلٍّ من حِمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

.....

.....

.....

2. **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني (درجة الحموضة) لكلٍّ منَ المحلولين.

.....

.....

.....

3. **أُقَدِّرُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من خلط المحلولين في الكأس الزجاجيّة.

.....

.....

.....

# مقارنةُ قوَّة الحموض

**الخلفيّةُ العلميّة:**

تتفاوت الحُموض في قدرتها على التأيُّن في الماء ؛أي قدرتها على إنتاج البروتون أو منحه، ويمكن مقارنة قوَّة الحُموض بالاعتماد على توصيل محاليلها للتيار الكهربائي؛ فبعضُها يتأيَّنُ كُلِّيًّا ويكون محلولها موصلًا جيِّدًا للتيار الكهربائي، وَيُعَبَّرُ عن تأيُّنها في الماء، كما في المعادلة الآتية:

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أمّا الحُموض الضعيفة فتتأيَّنُ جزئيًّا، وتكون نسبة الأيونات الناتجة قليلةً جدًّا، ثمّ إنّ قدرة محاليلها على توصيل التيار الكهربائي تكون ضعيفة، ويمكن التعبيرُ عن تأيُّنها في الماء، كما في المعادلة الآتية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

**الهدف:** أُقارنُ قوَّة الحِمض القوي بالحِمض الضعيف.

**الموادُّ والأدوات:**

محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزُهُ 0.1 M، محلول حِمض الإيثانويك $CH_3COOH$ تركيزُهُ؛ 0.1 M، كأس زجاجيّة سَعة 50 mL عدد 2، أسلاك توصيل، جهاز أميتر، مصدر كهربائي، مِخبار مُدَرَّج سَعة 50 mL، جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني أو أوراق الكاشف العام، شريط مغنسيوم، أقطاب جرافيت.

**إرشاداتُ السلامة:**

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أحذر استنشاقَ حِمض الهيدروكلوريك.

**خطواتُ العمل:**

1. أُحضرُ الكأسين الزجاجيتين، وأكتبُ على كلٍّ منهما اسمَ أحد المحلولين.
2. **أقيسُ** باستخدام المِخبارَ المُدَرَّج 20 mL من محلول HCl، وأضعُها في الكأس المخصَّصة لها.

3. **أقيسُ** باستخدام جهاز مقياس الرَّقْم الهيدروجيني أو ورق الكاشف العام الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول، وَأُسَجِّلُ نتائجي.

.....

4. **أُجَرِّب**: أصِلُ أقطابَ الجرافيت بالمصدر الكهربائي وجهاز الأميتر، وأضعُها في محلول HCl، وَأُسَجِّلُ قراءة الأميتر.

.....

5. **أُلاحظ**: أغمسُ شريط مغنيسيوم طوله 2 cm في المحلول، وأُلاحظ سرعة تصاعد غاز الهيدروجين، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

.....

6. **أُجَرِّب**: أُكَرِّرُ الخطوات السابقة لمحلول حِمض الإيثانويك $CH_3COOH$، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

1. أُحَدِّدُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لكلٍّ منَ المحلولين.

.....

.....

2. أُحَدِّدُ المحلولَ الأكثرَ قدرةً على التوصيل الكهربائي.

.....

.....

3. **أُقارنُ** سرعة تصاعد غاز الهيدروجين في كُلٍّ منَ المحلولين.

.....

.....

4. أُحَدِّدُ الحِمض الأقوى والحِمض الأضعف.

.....

.....

5. **أستنتجُ** العلاقة بين قوَّة الحِمض وكلٍّ منَ الرَّقْم الهيدروجيني، والتوصيل الكهربائي، وسرعة تصاعد الغاز.

.....

.....

# معايرةُ حِمض قوي بقاعدة قويّة

## الخلفيّةُ العلميّة:

تُعرفُ المعايرة بأنها الإضافة التدريجيّة لمحلول قاعدة معلوم التركيز إلى محلول حِمض مجهول التركيز أو العكس، وَتُستخدَمُ لتحديد تركيزٍ مجهول لأيٍّ من المحلولين، فعند إضافة محلول قاعدة إلى محلول حِمضٍ تتعادلُ أيونات $H_3O^+$ منَ الحِمض معَ أيونات $OH^-$ منَ القاعدة في ما يُعرَفُ نقطة التعادل، وعندها يكون عددُ مولات أيونات الهيدروجين $H^+$ من الحِمض مساويًا لعدد مولات أيونات الهيدروكسيد $OH^-$ من القاعدة؛ أي أنَّ:

$$n_{(acid)} = n_{(base)}$$

$$M_a \times V_a = M_b \times V_b$$

وباستخدام هذه العلاقة يمكن حسابُ التركيز المجهول منَ الحِمض أو القاعدة.

**الهدف:** أحسبُ تركيزَ حِمض مجهول بمعايرته بمحلول قاعدة معلومة التركيز.

## الموادُّ والأدوات:

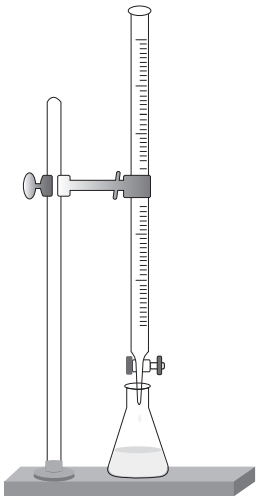
محلول حِمض الهيدروكلوريك HCl مجهول التركيز، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH، تركيزُه؛ 0.2 M، كاشف الفينولفثالين، دورق مخروطي 250 mL، سحّاحة، مخبار مدرج، قطّارة، حامل فلزّي، قمع زجاجي.

## إرشاداتُ السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ محلول الحِمض ومحلول القاعدة بحذر.

## خطواتُ العمل:

1. **أُجَرِّبُ:** أُثَبِّتُ السحّاحة على الحامل، كما في الشكل.
2. **أُجَرِّبُ:** أملأُ السحّاحة باستخدام القمع بمحلول هيدروكسيد الصوديوم إلى مستوى الصِّفر.
3. **أقيسُ** باستخدام المخبار المُدَرَّجِ، 20 mL من محلول الحِمض HCl مجهول التركيز، وأضعُها في الدورق المخروطي.



4. أُضيف باستخدام القطارة 3-4 قطرات من كاشف الفينولفثالين إلى محلول الحِمض.
5. أضع الدورقَ المخروطيَّ المحتوي على محلول الحِمض أسفلَ السحّاحة، كما في الشكل.
6. **أُلاحظ**: أبدأُ بإضافة محلول القاعدة منَ السحّاحة تدريجيًّا وببطء إلى محلول الحِمض، وَأمزِجُ المحلولَ بتحريك الدورق دائريًّا، وَأُلاحظ تغيُّرَ لون المحلول، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي.

.....

7. أتوقفُ عن إضافة محلول القاعدة عند النقطة التي يثبتُ عندها ظهورُ لونٍ زهري في محلول الحِمض، وَأُسَجِّلُ حجمَ محلول القاعدة المُضاف.

.....

## التحليلُ والاستنتاج:

1. ماذا أُسَمّي النقطةَ التي يحدثُ عندها تغيُّرُ لون المحلول؟

.....

2. **أستخدم الأرقام**. أحسبُ عددَ مولات القاعدة NaOH المُضافة.

.....

3. **أستنتجُ** عددَ مولات الحِمض المُستخدمة.

.....

4. **أستخدم الأرقام**. أحسبُ تركيزَ الحِمض HCl.

.....

5. **أتوقعُ** الرَّقْمَ الهيدروجيني للمحلول الناتج من عمليّة المعايرة.

.....

6. **أُصَنِّفُ** التفاعلَ الحادث بين الحِمض والقاعدة.

.....

# تَمَيُّهُ الأملاح

**الخلفيّةُ العلميّة:**

الأملاح موادُّ أيونيّةٌ تتفكك عند إذابتها في الماء إلى أيونات سالبة وأخرى موجبة، ويمكن لبعض هذه الأيونات أن تتفاعل معَ الماء منتجة أيونات الهيدرونيوم $H_3O^+$ في المحلول، أو أيونات الهيدروكسيد $OH^-$ في ما يُعرَفُ بعمليّة التَّمَيُّه، فعند تَمَيُّهِ الأيونات الموجبة مثل $NH_4^+$ تُنتِجُ أيونات $H_3O^+$ في المحلول؛ وبذلك يقلُّ الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح حِمضيًّا.

أمّا عند تَمَيُّهِ الأيونات السالبة، مثل $HCOO^-$؛ فَتُنْتِجُ أيونات $OH^-$ في المحلول، وبذلك يزداد الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح قاعديًّا.

وقد لا يحدث تَمَيُّهٌ لأيٍّ منَ الأيونات الناتجة من تفكُّكِ الملح، فيكون تأثيرُ محلول الملح متعادلًا.

**الهدف:** أستقصي التأثيرَ الحِمضيَّ أو القاعديَّ لمحاليل الأملاح .

## الموادُّ والأدوات:

كميّات مناسبةٌ منَ الأملاح الآتية: كلوريد الصوديوم NaCl، كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$، كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، إيثانوات الصوديوم $CH_3COONa$، محلول أو أوراق الكاشف العامّ، كأس زجاجيّة 100 mL عدد (5)، قطع ورق لاصق، ماء مُقَطَّر، قطّارة، مِلعقة تحريك، ميزان حسّاس، مِخبار مُدَرَّج.

## إرشاداتُ السلامة:

- أتّبعُ إرشاداتِ السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازات.
- أتعاملُ معَ المواد الكيميائيّة بحذر.

## خطواتُ العمل:

1. أكتبُ اسمَ كلِّ ملح وصيغتَهُ الكيميائيّة على قطعة الورق اللاصق وألصقها على أحد الكؤوس، ثمَّ ألصقُ على الكأس الأخيرة ورقةً كُتِبَ عليها ماءٌ مُقَطَّر.
2. **أقيسُ**: أضعُ باستخدام المخبار المُدَرَّج 20 mL منَ الماء المُقَطَّر في كلِّ كأس زجاجيّة.
3. **أُلاحظُ**: أُضيفُ باستخدام القطّارة قطرَتَيْنِ من محلول الكاشف العام إلى كلِّ كأس زجاجيّة، وأُحرِّكُها باستخدام مِلعقة التحريك. أُلاحظ لونَ المحلول وَأُسَجِّلُه في جدول البيانات.
4. **أقيس** 3 g من ملح كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$، وأضيفُها إلى الكأس المُخَصَّصة لها، ثمَّ أُحَرِّكُ المحلول، وَأُسَجِّلُ اللونَ الذي يظهرُ فيه في جدول البيانات.
5. **أُلاحظُ**. أُكَرِّرُ الخطوة (4) مع بقية الأملاح في الكؤوس الأخرى، وَأُلاحظُ تغيُّرَ ألوان المحاليل، وَأُسَجِّلُ ملاحظاتي في جدول البيانات.

- جدول البيانات:

| المحلول | NaCl | $NH_4Cl$ | $NaHCO_3$ | $CH_3COONa$ |
|---|---|---|---|---|
| لون المحلول بعد إضافة الكاشف | | | | |
| pH المتوقع | | | | |
| تأثير المحلول<br>( حمضي ، قاعدي، متعادل) | | | | |

## التحليلُ والاستنتاج:

1. **أَصِفُ** ألوانَ محاليل الأملاح في التجرِبة بعد إضافة الكاشف لكُلٍّ منها.

.....

.....

2. **أُفَسِّرُ** تشابه لون محلول كلوريد الصوديوم NaCl، بعد إضافة الكاشف لكُلٍّ منها، ولون محلول الكاشف في الماء المُقَطَّر.

.....

.....

3. **أُصَنِّفُ** محاليلَ الأملاح في التجرِبة إلى حِمضيّة أو قاعديّة أو متعادلة.

.....

.....

4. **أتوقعُ** قيمة pH لكلِّ محلول في التجرِبة بالاعتماد على الألوان المعياريّة للكاشف العام في المحاليل المختلفة.

.....

.....

5. **أُفَسِّرُ**: أكتبُ معادلة كيميائيّة أُفَسِّرُ بها السلوكَ الحِمضيَّ أو القاعديَّ لكلِّ محلول.

.....

.....

# أسئلةُ تفكير

## السؤال الأول:

يُبيِّنُ الجدولُ المجاورُ ثلاثةَ محاليل لقواعد ضعيفة مختلفة التركيز، أدرُسُها، ثمَّ أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

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

أ . **أُرَتِّبُ** القواعدَ حسبَ قيم ثابت تأيُّنها $K_b$.

ب. أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول القاعدة A.

جـ. أُحَدِّدُ الملح الذي له أقلُّ رَقْمٍ هيدروجيني؛ AHCl أم BHCl.

د . أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول مكوَّن منَ القاعدة C والملح CHCl، تركيزُ كلٍّ منهما 0.2 M، عند إضافة 0.01 mol منَ الحِمض HCl إلى 0.5 L منَ المحلول (أهمل تغير الحجم).

## السؤال الثاني:

محلول منظّم يتكوَّن منَ القاعدة $CH_3NH_2$، تركيزُها 0.2 M، والملح $CH_3NH_3Cl$، تركيزُه 0.4 M. علمًا أنَّ $K_b = 4.4 \times 10^{-4}$، $\log 4.4 = 0.64$ ، $Mr_{(HI)} = 128\ g/mol$، ( أهمل تغير الحجم).

**أحسب** ما يأتي:

أ . قيمة pH للمحلول.

ب. كتلة الحِمض HI اللازم إضافتها إلى 800 mL منَ المحلول لتصبح pH = 10.

## السؤال الثالث:

محلول منظّم يتكوَّن منَ الحِمض $HNO_2$ تركيزُه 0.3 M، والملح $KNO_2$، تركيزُه 0.2 M (أهمل تغير الحجم). أحسب:

أ . قيمة pH للمحلول. علمًا أنَّ $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$.

ب. قيمة pH للمحلول السابق إذا أُضيف 0.1 mol منَ الحِمض HCl إلى لتر منه.

جـ. عدد مولات NaOH اللازم إضافتها إلى 1 L منَ المحلول لتصبح pH تساوي 4.

## السؤال الرابع:

جرى تحضيرُ محلول منظّم منَ الحِمض $H_2CO_3$ والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه، فكان $[H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7}\ M$. أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

أ . أحسبُ قيمة ثابت التأيُّن $K_a$ للحِمض $H_2CO_3$.

ب. أكتبُ صيغة الأيون المشترك.

جـ. أحسبُ النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ لتكون قيمة pH للمحلول تساوي 7.45، وهي القيمة المناسبة ليؤدي الدمُ وظيفته في الجسم (علمًا أنَّ $\log 3.55 = 0.55$).

## السؤال الخامس:

أُذيبَ 1.12 g من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L، فاذا لزم 14 mL من هذا المحلول للتعادل مع 20 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ أحسب تركيز محلول HCl (الكتلة المولية للقاعدة KOH = 56 g/mol).

## السؤال السادس:

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؟ ($Mr = 180.16\ g/mol, K_a = 3 \times 10^{-5}$).

## السؤال السابع:

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

$$C_{10}H_{15}ON + H_2O \rightleftharpoons C_{10}H_{15}ONH^+ + OH^-$$

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

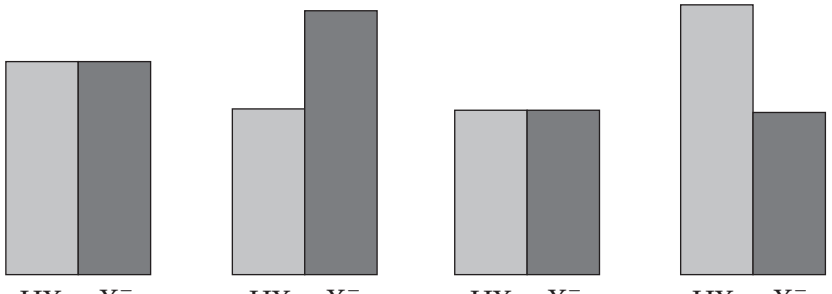
## السؤال الثامن:

يمثّل الرسم الآتي محلولًا منظمًا يتكون من تراكيز متساوية من حمض ضعيف، HX، وقاعدته المرافقة $X^-$، حيث يمثل ارتفاع الأعمدة النسب لتراكيز مكونات المحلول المنظم.

أ. أيٌّ من الرسوم الثلاثة، (1)، (2)، أو (3)، يمثل المحلول المنظم بعد إضافة حمض قوي؟

ب. أيٌّ من الرسوم الثلاثة يمثل المحلول المنظم بعد إضافة قاعدة قوية؟

جـ. أيٌّ من الرسوم الثلاثة يمثل حالة لا يمكن أن تنشأ من إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية؟




(1) (2) (3)

## السؤال التاسع:

**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. $NH_3 < KOH < HCOOH < HNO_3$

جـ. $KOH < HCOOH < NH_3 < HNO_3$ د . $HNO_3 < HCOOH < KOH < NH_3$

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

أ. $HCN + H_2PO_4^-$ ب. $HCN + HPO_4^{2-}$

جـ. $HCN + PO_4^{3-}$ د. $CN^- + H_2PO_4^-$

3. أيُّ العبارات الآتية صحيحة:

أ. كل حمض برونستد – لوري هو أيضًا حمض لويس.

ب. كل حمض لويس هو أيضًا حمض برونستد – لوري.

جـ. تنتج الأحماض المرافقة القوية من قواعد قوية.

د. جميع الأيونات السالبة المحتوية على ذرة هيدروجين أو أكثر تسلك سلوكا أمفوتيريا.

4. في التفاعل الآتي: $HSO_4^-{}_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons SO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2CO_{3(aq)}$، إذا علمت أن الاتّزان يزاح نحو تكوين المواد الناتجة، فإن الحمض الأقوى هو:

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

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

أ. $CH_3COO^-$ ب. $CH_3COOH$ جـ. $(CH_3)_3NH^+$ 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 جـ. HOCl د. $NH_3$

7. أذيب 0.8 g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L، لزم 15 mL منه للتعادل تمامًا مع 20 mL من حمض النيتريك $HNO_3$ مجهول التركيز؛ فإن تركيز الحمض (M) يساوي: (Mr NaOH = 40 g/mol).

أ . 0.015 ب. 0.02 جـ. 0.001 د. 0.1

8. محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ تركيزه (0.2 M) يتعادل 200 mL منه تمامًا مع محلولا القاعدة القوية (X)، فإذا كانت الكتلة المولية للقاعدة تساوي (56g/mol)؛ فإن الكتلة (g) للقاعدة (X) تساوي:

أ . 1.6 ب. 1.92 جـ. 3.56 د. 2.24

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

- تأيُّن الحمض HZ أعلى من تأيُّن الحمض HX.
- pH لمحلول الملح KY أكبر منه لمحلول الملح KX متساويا التركيز.
- $[OH^-]$ في محلول الحمض HW أقل منه في محلول الحمض HZ.

الترتيب الصحيح للحموض حسب قيمة $K_a$ لكُلٍّ منها:

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

جـ. $HX < HZ < HY < HW$ د . $HW < HX < HY < HZ$

10. محلول القاعدة الضعيفة $C_5H_5N$؛ تركيزه 0.01 M، فإن:

أ . $pH = 12$. ب. $[OH^-] = 1 \times 10^{-2}\ M$.

جـ. $pOH < 2$. د . $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-12}\ M$.

11. محلولان لملحين من أملاح الصوديوم (NaX ,NaY) لهما التركيز نفسه للحمضين الضعيفين (HX , HY)، فإذا كانت قيمة pH لمحلول NaX = 9، وتركيز $[OH^-]$ في محلول الملح NaY يساوي $1 \times 10^{-4}\ M$؛ فإن العبارة الصحيحة:

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

ب. أيون الملح $Y^-$ أقل قدرة على التفاعل مع الماء من $X^-$.

جـ. يقل $[H_3O^+]$ عند إضافة بلورات الملح NaY الى محلول الحمض HY.

د . في محلول HY يكون $[Y^-]$ أكبر من $[X^-]$ في محلول [HX]، المحلولان HX و HY لهما التركيز نفسه.

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

أ . NaCN ب. NaCl جـ. $NH_4Cl$ د. $NaNO_3$

Collins