وزارة التربية

الكيمياء 12

الصف الثاني عشر

الجزء الأوّل

كرّاسة التطبيقات

المرحلة الثانوية

الطبعة الثانية

وزارة التربية

الكيمياء

كرّاسة التطبيقات

12 الصفّ الثاني عشر

الجزء الأوّل

المرحلة الثانويّة

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. ليلى علي حسين الوهيب (رئيسًا)

أ. سعاد عبد العزيز الرشود
أ. مصطفى محمد مصطفى
أ. فتوح عبد الله طاهر الشمالي
أ. تهاني ذعار المطيري

الطبعة الثانية

1437 - 1438 هـ
2016 - 2017 م

فريق عمل دراسة ومواءمة كتب الكيمياء للصف الثاني عشر الثانوي

أ. علي محمد محمد الششتاوي

أ. نادية سعد الغريب **أ. فتحية محمد رضا سيد هاشم**

أ. ليالي غايب العتيبي **أ. طيف حمود العدواني**

دار التَّربَويّون House of Education **ش . م . م . وبيرسون إديوكيشن** 2014

© **جَميع الحقوق مَحفوظة : لا يَجوز نشْر أيّ جُزء من هذا الكِتاب أو تَصويره أو تَخزينه أو تَسجيله بأيّ وَسيلَة دُون مُوَافقَة خطّيَّة مِنَ النّاشِر .**

الطبعة الأولى 2015/2014 م

الطبعة الثانية 2017/2016 م

صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي عهد دولة الكويت

المحتويات

(أ) الأمان في مختبر الكيمياء **8**

(ب) المخاطر المخبرية **9**

(جـ) علامات الأمان **10**

(د) الأجهزة المخبرية **11**

(هـ) الأجهزة والأدوات المخبرية لتقنية الميكروسكيل **14**

نشاط 1: قوانين الغازات – قانون بويل **15**

نشاط 2: قوانين الغازات – قانون تشارلز **18**

نشاط 3: تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل **21**

نشاط 4: تأثير التركيز المولاري في سرعة التفاعل **24**

نشاط 5: مساحة السطح وسرعة التفاعل **27**

نشاط 6: تأثير التركيز المولاري في موضع الاتّزان الكيميائي **30**

نشاط 7: تأثير درجة الحرارة في موضع الاتّزان الكيميائي **34**

نشاط 8: تأثير تخفيف المحلول المائي لحمض قوي وحمض ضعيف على قيمة الأس الهيدروجيني **37**

(أ) الأمان في مختبر الكيمياء

يجب اتّباع تعليمات الأمان التالية خلال العمل في مختبر الكيمياء:

1. استخدم نظّارات الأمان ومعطف المختبر، ولا ترتد أيّ حليّ أو سلاسل متدلّية.
2. أجر التجارب المقرّرة في الفصل فقط، وذلك بوجود معلّم وتحت إشرافه.
3. تعرّف الأماكن التي توضَع فيها أجهزة الأمان، مثل مطافئ الحريق ومستلزماتها، ومصادر الماء التي يمكن الاستعانة بها في حال حدوث طارئ ما، مع التأكّد من معرفتك طرق استخدام تلك الأجهزة. اطّلع، أيضًا، على الأدوية التي تستعمل في مثل تلك الظروف الطارئة.
4. لا تمضغ اللبان، أو تأكل، أو تشرب في المختبر، ولا تتذوّق أيّ مادّة كيميائية، وتجنّب ملامسة يديك لوجهك أثناء العمل بالكيميائيات.
5. اغسل يديك بالماء والصابون بعد انتهائك من العمل في المختبر.
6. اقرأ جميع تعليمات خطوات العمل قبل البدء بإجراء التجارب المخبرية، ثمّ أعد قراءة التعليمات الخاصّة بكلّ خطوة قبل البدء بها.
7. بلّغ معلّم الفصل عند انسكاب أيّ مادّة كيميائية لاسيّما إذا كانت حمضًا، أو قاعدة مركّزة، كذلك عند حدوث أيّ حادثة مهما كانت بسيطة.
8. ارفع أكمام الملابس الطويلة، واربط الشعر الطويل إلى الخلف، ولا تترك مصباحًا متّقدًا عند العمل بالقرب من اللهب.
9. استخدم الحمّام المائي أو السخّان الكهربائي عوضًا عن اللهب المباشر في تسخين السوائل القابلة للاشتعال، مع التأكّد من إجراء التجربة في المكان المخصّص لها (أي خزّان الغازات، وهو عبارة عن مكان منفصل داخل المختبر مزوّد بمضخّة لسحب الغازات وطردها).
10. اقرأ جيّدًا اسم المادّة الكيميائية على الزجاجة المحتوية لها قبل استخدامها، وتأكّد من أنّها المادّة المطلوبة.
11. بعد انتهائك من التجربة، لا تُعد الكمّية الزائدة وغير المستخدمة من المادّة الكيميائية إلى الزجاجة الأصلية الخاصّة بها حتّى لا تُفسد ما تبقّى منها. تخلّص من هذه الكمّية الزائدة بإلقائها في الأماكن المخصّصة وفق تعليمات المعلّم.
12. تجنّب وضع ماصّة، أو ملعقة كيميائيات، أو قطّارة في زجاجة الكيميائيات الأصلية حتّى لا تتلوّث. يُمكن أخذ مقدار صغير من الزجاجة في كأس صغيرة، وإجراء التجارب وإلقاء الكمّية الزائدة في الأماكن المخصّصة لذلك.
13. افحص الزجاجيات للتأكّد من خلوّها من الكسور أو الشروخ، وتخلّص منها وفقًا لتعليمات المعلّم.
14. عند قيامك بتخفيف أحد الأحماض، قم دائمًا بإضافة الحمض ببطء شديد بقطرات تدريجية في كأس تحتوي على قدر مناسب من الماء، مع التقليب المستمرّ بقضيب زجاجي، حتّى تتشتّت الحرارة الناتجة من التخفيف.

   تحذير: لا تُضف أبدًا الماء إلى الحمض المركّز، فقد يُؤدّي ذلك إلى تطاير الحمض المركّز على وجهك وملابسك نتيجة التبخير الفجائي للماء المضاف إلى الحمض الذي تتسبّب به كمّيات الحرارة الكبيرة الناتجة من التخفيف.
15. عند تسخين سائل، أو محلول في أنبوب اختبار، أدر فوّهة الأنبوب بعيدًا عنك وعن زملائك تجنّبًا للفوران الفجائي الناتج من التسخين.
16. نظّف موقع العمل الخاصّ بك بعد انتهائك من التجربة.

(ب) المخاطر المخبرية

في هذا الجزء نتناول المخاطر المحتمل حدوثها في المختبر، وكيفية التعامل معها.

1. الحروق الحرارية

تحدث الحروق الحرارية نتيجة ملامسة جهاز ساخن (ملاحظة: لا يُمكنك أن تُفرّق بين جهاز بارد وآخر ساخن بمجرّد النظر إليهما) أو نتيجة الاقتراب من اللهب المباشر. ولمعالجة تلك الحروق، يُنصَح بوضع المنطقة المصابة تحت الماء البارد حتّى يقلّ الشعور بالألم، مع الحرص على إبلاغ المعلّم بما حدث.

2. الحروق الكيميائية

تحدث الحروق الكيميائية نتيجة ملامسة الجلد، أو الأغشية المخاطية (كالمبطّنة للفم) لمادّة كيميائية. ويُشار إلى الموادّ الكيميائية التي لها تأثير تآكلي حارق بالرمز C، وإلى الموادّ التي لها تأثير يُؤدّي إلى التهاب الجلد وتهيّج في أنسجة العين بالرمز I. تُسبّب هذه الموادّ الكيميائية أيضًا التهابًا في الحلق والرئتين، ويجب التعامل معها بمنتهى الحرص. وأفضل وسيلة للحماية من تلك الإصابات، هي الوقاية من حدوثها، وذلك عبر اتّباع إرشادات الأمان، نذكر منها:

(أ) استعمال نظّارة واقية، ومعطف المختبر تجنّبًا لتعرّض العين، أو أجزاء مكشوفة من الجلد للإصابة بمثل هذه الحروق. وفي حال حدوثها، يجب غسل المناطق المصابة بتيّار مستمرّ من الماء لمدّة 20 دقيقة.

(ب) توخّي الحذر عند خلط الأحماض والقواعد المركّزة مع الماء، وذلك لتصاعد كمّية كبيرة من الحرارة تُؤدّي إلى غليان الخليط، ما يُؤدّي في بعض الأحيان إلى كسر الإناء الحاوي له، وخصوصًا إذا كان مصنوعًا من زجاج عادي غير زجاج البيركس (نوع من الزجاج يتحمّل درجات حرارة عالية جدًّا).

3. الجروح القطعية التي تُسبّبها الزجاجيات

تحدث الجروح القطعية نتيجة الاستعمال الخاطئ للأدوات الزجاجية، أو استعمال زجاجيات مكسورة، أو مشروخة. وعند الإصابة بجرح قطعي صغير، يجب تركه يُدمي لمدّة صغيرة، ثمّ يُغسَل تحت الماء الجاري. أمّا في حال حدوث جرح قطعي كبير، فيجب إجراء بعض الغرز الجراحية ليلتئم الجرح بسرعة.

4. الحرائق

تحدث الحرائق نتيجة خلط بعض الموادّ الكيميائية في تفاعل ما بطريقة خطأ، أو تعرّض موادّ قابلة للاشتعال للهب مصباح بنزن. ويُكتَب على العبوّات الخاصّة بتلك الموادّ الرمز F. في حال الإصابة جرّاء الحريق، لا يُنصَح بالجري لأنه يُساعد على زيادة الاشتعال نتيجة التعرّض لأكسجين الهواء الجوّي. ولكن يجب الانبطاح أرضًا والتقلّب ببطء مع لفّ الجسم ببطّانيّة مضادّة للحريق أو تعريض الجسم لماء بارد جارٍ (دشّ).

5. التسمّم

يُكتَب على العبوّات الخاصّة بالكثير من الموادّ الكيميائية المستخدمة في المختبر الرمز T للإشارة إلى كونها موادّ سامّة. ويُنصَح بعدم لمس الموادّ الكيميائية، واستخدام ملعقة الكيميائيات لنقل تلك الموادّ أو وزنها.

(جـ) علامات الأمان

اتّبع الاحتياطات اللازمة عند استخدامك جهازًا أو مادّة كيميائية عليها علامات الأمان التالية:

خطر على العين (استخدم النظّارات الواقية.)

معطف المختبر (ارتد معطف المختبر.)

مادّة تآكليّة خطرة (استخدم النظّارات الواقية ومعطف المختبر، ولا تلمس الموادّ الكيميائية.)

خطر الحريق (للفتيات: اربطي شعرك إلى الخلف، وارتدي معطف المختبر لضمّ الملابس الواسعة إلى داخله، وعدم تعريضها للحريق.)

خطر التسمّم (لا تمضغ اللبان، أو تشرب، أو تأكل في المختبر، ولا تُقرّب يديك من وجهك.)

خطر الكهرباء (توخّ الحذر عند استخدامك جهازًا كهربائيًّا.)

خطر الاستنشاق (تجنّب استنشاق هذه المادّة الكيميائية.)

خطر الحريق الحراري (لا تلمس الأجهزة الساخنة.)

 خطر التكسير الزجاجي (لا تستخدم أيّ أجهزة زجاجية مشروخة أو مكسورة، ولا تُسخّن قاع أنبوب الاختبار.)

 خطر المهملات (تخلّص من هذه المادّة الكيميائية باتّباع التعليمات الخاصّة بها.)

 خطر الإشعاع (اتّبع تعليمات الأمان الخاصّة بمثل هذه الموادّ.)

C
مادّة كيميائية تآكلية حارقة

I
مادّة كيميائية تآكلية تُسبّب الحساسيّة المفرطة

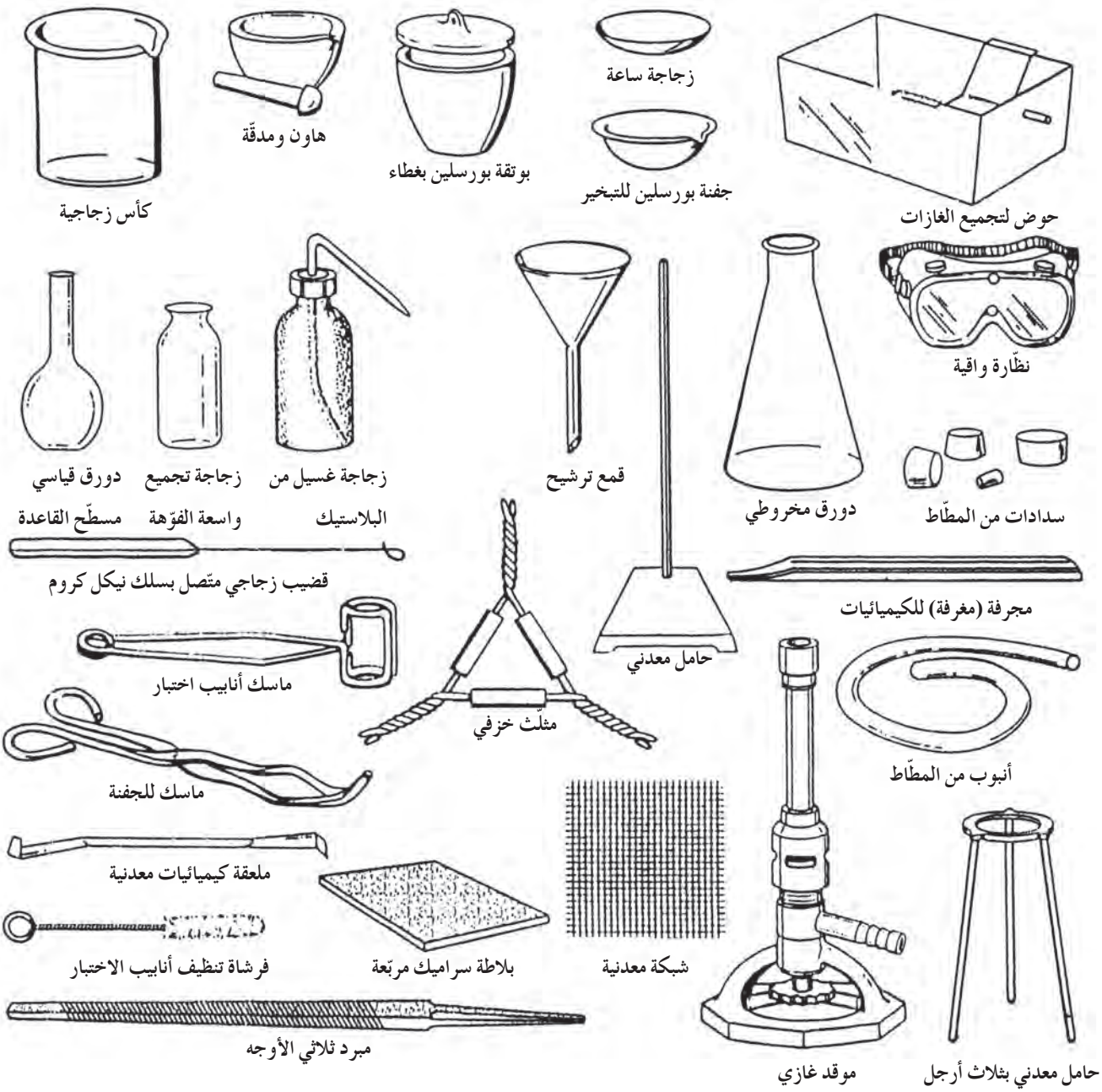
F
مادّة قابلة للاشتعال

T
مادّة سامّة

ملخّص للخطوات التي يجب اتّباعها عند حدوث بعض الإصابات المخبرية:

الإصابة	كيفية التعامل معها
الحروق	وضع الأجزاء المصابة تحت الماء البارد الجاري لفترة متواصلة حتّى يزول الشعور بالألم.
الإغماء	وضع الشخص في مكان متجدّد الهواء، ووضع رأسه في وضعية مائلة بحيث يكون في مستوى أدنى من باقي جسمه، مع إجراء التنفّس الصناعي عند اللزوم إذا توقّف التنفّس.
الحريق	غلق جميع صنابير الغاز، نزع التوصيلات الكهربائية، استخدام بطّانيّة مضادّة للحريق، استخدام المطافئ لمحاصرة الحريق.
إصابة العين	غسل العين مباشرة بالماء الجاري بعد نزع العدسات اللاصقة لمن يستخدمها، ومراعاة عدم فرك العين إذا وُجِد فيها جسم غريب حتّى لا تُحدِث جروحًا في القرنيّة.
الجروح القطعية البسيطة	ترك بعض الدم يسيل، وغسل الجرح بالماء والصابون.
التسمّم	إبلاغ المعلّم، والاتّصال بمركز السموم في أحد المستشفيات، وإعلامه بأنّ المادّة المستخدمة هي المسؤولة عن التسمّم.
الموادّ المتناثرة على الجلد	الغسل فورًا بالماء الجاري.

(د) الأجهزة المخبرية



1. **كأس:** زجاجية أو من البلاستيك بسعات 50 mL ، 100 mL ، 250 mL ، 400 mL ، ومصنوعة من زجاج البيركس الذي يتحمّل درجات حرارة عالية.
2. **سحاحة:** تُصنَع من الزجاج بسعات 25 mL ، 50 mL ، 100 mL ، وتُستخدَم لتعيين أحجام المحاليل أثناء عمليات المعايرة.
3. **بلاطة سراميك مربّعة:** توضَع عليها الأجهزة ، أو الزجاجيات الساخنة.
4. **قطّارة:** أنبوب زجاجي ، طرفه مسحوب ومزوّد بانتفاخ من المطّاط لسحب كمّيات صغيرة من السوائل ونقلها.

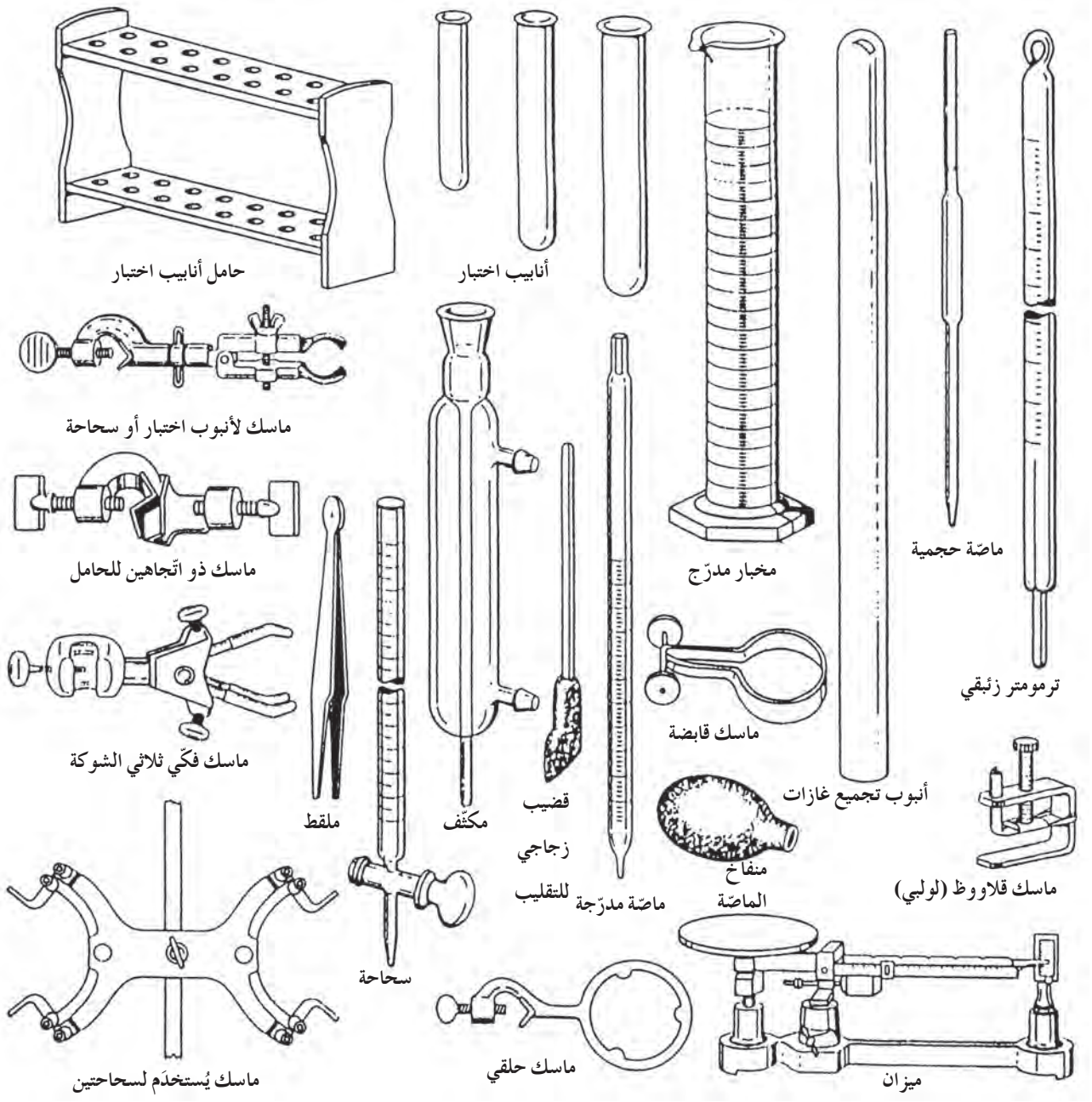
5. **مثلّث خزفي:** إطار يُصنَع من السلك المطعّم بالبورسلين على هيئة مثلّث متساوي الأضلاع، وهو يُستخدَم لحمل البوتقة.

6. **مكثّف:** يُصنَع من الزجاج، ويُستخدَم في عمليّات التقطير.

7. **بوتقة بورسلين بغطاء:** تُستخدَم لتسخين كمّيات صغيرة من الموادّ الصلبة على درجات حرارة مرتفعة.

8. **ماسك البوتقة:** يُصنَع من الحديد أو النيكل، ويُستخدَم لحمل البوتقة والغطاء وغيرهما من الأدوات الزجاجية والخزفية.

9. **ماسك:** توجَد أنواع مختلفة منه لتثبيت، أو حمل الأجهزة، مثل السحاحة، أو أنبوب اختبار، أو حمل سحاحتين. ومن أنواعه: الماسك الحلقي والماسك الفكّي ثلاثي الشوكة.



10. **دورق مخروطي:** يُصنَع من الزجاج بسعتي 100 mL و250 mL، ويُمكن تسخينه إذا كان مصنوعًا من زجاج البيركس، وهو يُستخدَم في المعايرات.
11. **جفنة بورسلين للتبخير:** تُستخدَم لتبخير أحجام صغيرة من السوائل.
12. **دورق مستدير مسطّح القاعدة:** يُصنعَ من الزجاج بسعات 100 mL، 250 mL، 500 mL، ويُمكن تسخينه إذا كان مصنوعًا من زجاج البيركس، وهو يُستخدَم لتخزين المحاليل.
13. **ملقط:** يُستخدَم لالتقاط الأشياء الصغيرة أو حملها.
14. **قمع ترشيح:** يُصنَع من الزجاج أو البلاستيك، ويُستخدَم في عمليّات الترشيح.
15. **موقد غازي:** يُصنَع من المعدن، ويُوصَّل بمصدر غاز عن طريق أنبوب من المطّاط ليُستخدَم في أغراض التسخين.
16. **حوض لتجميع الغازات:** يُصنَع من الزجاج، ويكون مدرّجًا بوحدات المليلتر. يُستخدَم لقياس أحجام الغازات الناتجة من تفاعل كيميائي معيّن.
17. **قضيب زجاجي متّصل بسلك نيكل كروم:** يُستخدَم في تجارب الكشف عن الفلزّات خلال تجربة اختبار اللهب.
18. **مخبار مدرّج:** يُصنَع من الزجاج أو البلاستيك بسعات 10 mL، 50 mL، 100 mL، ويُستخدَم لقياس الأحجام التقريبية. يجب مراعاة عدم تسخينه (يُراعى عدم تسخين أيّ أدوات مخبرية زجاجية مدرّجة حتّى لا يتأثّر تدريجها ويُصبح غير دقيق).
19. **ماصّة مدرّجة:** تُصنَع من الزجاج بسعتي 10 mL و25 mL، وتُستخدَم لقياس أحجام المحاليل.
20. **هاون ومدقّة:** مصنوع من البورسلين، ويُستخدَم لطحن الموادّ وتحويلها إلى مسحوق.
21. **منفاخ الماصّة:** مصنوع من المطّاط، ويُستخدَم في ملء الماصّة بالمحلول (لا تسحب المحلول داخل الماصّة باستخدام الفم مباشرة).
22. **زجاجة غسيل من البلاستيك:** تُصنَع من البلاستيك المرن بحيث يُضغَط على جدارها، فيندفع الماء إلى الخارج.
23. **حامل معدني:** ساق معدنية مثبّتة رأسيًّا في قاعدة فلزّية ثقيلة أفقية، ولها استخدامات كثيرة لتثبيت السحاحات والأجهزة الزجاجية المختلفة.
24. **سدادات من المطّاط:** تتوفّر بمقاسات مختلفة تصلح لكثير من الأغراض المخبرية.
25. **أنبوب من المطّاط:** يُستخدَم لتوصيل السوائل أو الغازات للأجهزة المختلفة.
26. **نظّارة واقية:** تُصنَع من البلاستيك، ويجب استخدامها أثناء العمل في المختبر.
27. **ملعقة ومجرفة (مغرفة) كيميائيات معدنية أو بورسلين:** تُستخدَم الملعقة لنقل الموادّ الكيميائية الصلبة. وتجدر الإشارة إلى أنّ المجرفة لها حجم أكبر.
28. **قضيب زجاجي للتقليب:** قضيب زجاجي مزوّد بغطاء مطّاطي في أحد طرفيه. يُستخدَم للتقليب، ويُساعد أثناء نقل السوائل.
29. **فرشاة تنظيف أنابيب الاختبار:** فرشاة لها يد من السلك، تُستخدَم لتنظيف الزجاجيات الضيّقة كأنابيب الاختبار.
30. **ماسك أنابيب اختبار:** يُصنَع من معدن مرن ويُستخدَم لمسك أنابيب الاختبار.
31. **حامل أنابيب اختبار:** مصنوع من الخشب أو البلاستيك لحمل أنابيب الاختبار في وضعية رأسية (سواء أكانت فارغة لتجفّ، أم في داخلها سوائل أو محاليل).
32. **أنابيب اختبار:** تُصنَع من زجاج البيركس، ويُمكن تسخينها من الجانب، وليس من القاع بواسطة لهب هادئ مع التحريك المستمرّ، وذلك لتجنّب كسرها نتيجة الحرارة الشديدة.

33. **ترمومتر زئبقي:** يُصنَع من الزجاج، وفيه انتفاخ ممتلئ بالزئبق. يُستعمَل لقياس درجات الحرارة التي تتراوح بين 20 °C− و110 °C أو بين 0 °C و100 °C.

34. **مبرد ثلاثي الأوجه:** يُستخدَم في خدش الأنابيب الزجاجية ببطء وحرص شديد قبل كسرها إلى الطول المناسب.

35. **حامل معدني بثلاث أرجل:** يُصنَع من الحديد، ويُستخدَم لحمل الأوعية (كؤوس) المحتوية على المحاليل أو السوائل الكيميائية، أو الموادّ الصلبة. وتوضَع الشبكة المعدنية، أو المثلّث الخزفي فوق الحامل المعدني قبل وضع الأوعية المراد تسخينها.

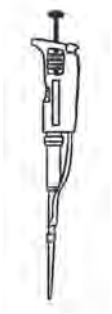
36. **ماصّة حجمية:** تُصنَع من الزجاج بسعتي 10 mL و25 mL، وهي تُستخدَم لقياس حجوم السوائل بدقّة، مع مراعاة عدم تسخينها.

37. **زجاجة ساعة:** تُصنَع من الزجاج، وتُستخدَم لتغطية طبق التبخير أو كأس زجاجية.

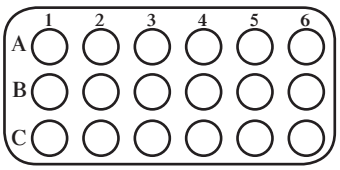
38. **زجاجة تجميع واسعة الفوّهة:** تُصنَع من الزجاج، وتُستخدَم لأغراض مختلفة.

39. **شبكة معدنية:** تُصنَع من السلك والأسبستس، وتُستخدَم بانتظام لتوزيع لهب مصباح بنزن.

(هـ) الأجهزة والأدوات المخبرية لتقنية الميكروسكيل



ممص ميكرو



معيار ميكرو

قطّارة

أداة البسط الصغيرة

1. **ممص ميكرو:** ماصة مصممة بقياس الأحجام الصغيرة (ميكرولتر).

2. **معيار ميكرو:** لوحة مسطحة مع ثقوب متعددة تستخدم كأنابيب اختبار صغيرة. أصبح المعيار المكروي أداة قياسية في مجال البحوث التحليلية.

3. **قطّارة:** أنبوب زجاجي، طرفه مسحوب ومزوّد بانتفاخ من المطّاط لسحب كمّيات صغيرة من السوائل ونقلها.

4. **أداة البسط الصغيرة:** أداة تستعمل في العمل المخبري لنقل كمّية صغيرة من الموادّ الكيميائية الصلبة.

التاريخ: .....

نشاط 1

قوانين الغازات – قانون بويل

Gas Laws – Boyle' Law

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، الرسم البياني، الاستنتاج

الهدف

يدرس العلاقة بين حجم كمّية معيّنة من غاز وضغطها عند ثبات درجة الحرارة.

التوقع

هل يتغيّر حجم كمّية معيّنة من غاز بتغيّر الضغط المؤثّر عليها عند ثبات درجة الحرارة.

المواد المطلوبة

أنبوب شعري مسدود من أحد طرفه، زئبق، مسطرة، بارومتر

خطوات العمل

1. ضع الأنبوب في وضع أفقي ثمّ أوجد حجم الهواء المحبوس (V_1) و ضغطه (mmHg).
2. اجعل الأنبوب في وضع رأسي وطرفه المفتوح للأعلى، قسّ طول عامود الهواء (V_2) ثمّ أوجد (P_2)

$$P_2 = P + P_{Hg}$$

3. اجعل الأنبوب في وضع رأسي وطرفه المفتوح للأسفل، قسّ طول عامود الهواء (V_3) ثمّ أوجد (P_3)

$$P_3 = P - P_{Hg}$$

4. سجّل ملاحظاتك في جدول (1).

الملاحظة

الرقم	حجم الهواء المحبوس V	ضغط الهواء المحبوس $P = P_A + h$	حاصل ضرب الهواء المحبوس في حجمه $P \times V$
1			
2			
3			

جدول (1)

التحليل والاستنتاج

استخدِم النتائج التجريبية التي حصلتَ عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

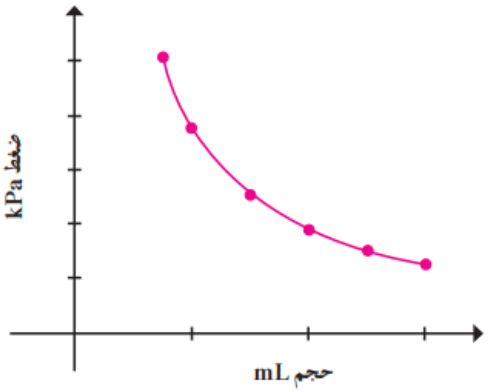
1. ماذا يحدث لحجم الهواء عندما يزداد ضغطه؟

يتناقص.

2. ماذا تستنتج من حاصل ضرب ضغط الهواء المحبوس في حجمه (P × V)؟

إنّه ثابت.

3. أرسم خطا بيانيا للعلاقة P x V. ماذا تلاحظ؟



يتناسب الحجم الذي تشغله كمّية معيّنة من الغاز تناسبًا عكسيًّا مع ضغط الغاز.

4. يبرهن استنتاجك قانون بويل. أعِد صياغة استنتاجك بشكل قانون.

يتناسب الحجم الذي تشغله كمّية معيّنة من الغاز تناسبًا عكسيًّا مع ضغط الغاز عند ثبات درجة الحرارة: $P \times V = k$.

أنت الكيميائي

يمكنك أن تجري هذا التطبيق على نطاق صغير وتحلّل النتائج بنفسك.

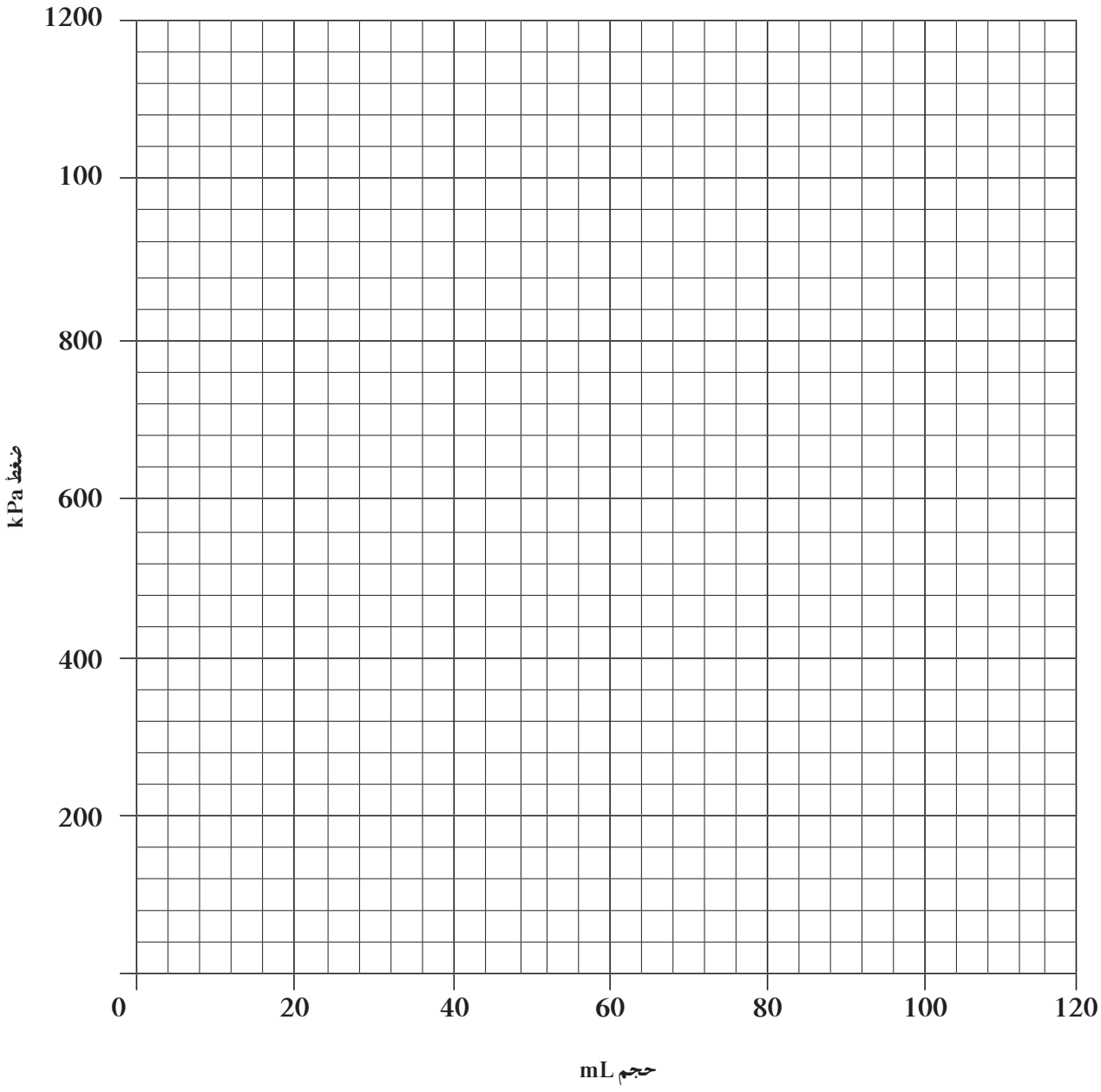
1. **حلّل!** يحتوي منطاد على 30 L من غاز الهيليوم عند ضغط 103 kPa على ارتفاع معيّن. جِد حجم غاز الهيليوم عندما يصل المنطاد إلى ارتفاع يساوي ضغطه فيه 25 kPa عند ثبات درجة الحرارة.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$V_2 = P_1V_1 / P_2$$

$$V_2 = 30 \times 103 / 25$$

$$V_2 = 123.6\ L$$


1200
100
800
600
400
200
0
20
40
60
80
100
120
ضغط kPa
حجم mL

نشاط 2

قوانين الغازات – قانون تشارلز

Gas Laws – Charles' Law

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، الرسم البياني، الاستنتاج

الهدف

قياس حجم الهواء الموجود داخل أنبوب من الزجاج عند درجات حرارة مختلفة.

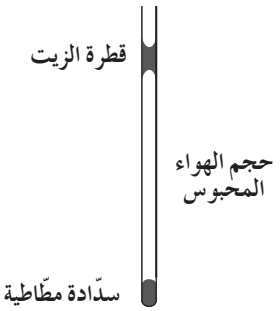
التوقع

هل يتغيّر حجم الهواء مع تغيّر درجة الحرارة؟ وفي أيّ اتجاه؟

المواد المطلوبة

أنبوب شعري (50 mL)، سدّادة مطّاطية، قطرة زيت، ورقة رسم بياني، قلم رصاص، مسطرة، ميزان حرارة، حزم مطّاطية (أو شريط مطّاطي)، كأس زجاجية (600 mL)، كأس زجاجية (400 mL)، سخّان كهربائي، ثلج وماء الصنبور

خطوات العمل



شكل (1)

1. سدّ أحد طرفي الأنبوب الشعري بالسدّادة المطّاطية.
2. ضع قطرة زيت من الطرف الآخر على أن يتمّ حبس حجم معيّن من الهواء داخل الأنبوب (شكل 1).
   ملاحظة: (يمكن أن تنزلق قطرة الزيت من خلال العمل المخبري ولكن يجب ألّا تصل إلى أسفل الأنبوب. يجب إعادة التجربة إن فعلت).
3. اربط الأنبوب الشعري وميزان الحرارة بالمسطرة بواسطة الحزم المطّاطية. احرص على أن يوازي أسفل الأنبوب (عند السدّادة المطّاطية) مقياس صفر من المسطرة.
4. حضّر خليطًا من الماء والثلج في كأس زجاجية سعتها 600 mL. ضع الأنبوب الشعري والمسطرة وميزان الحرارة في الكأس. انتظر بضع دقائق كي تساوي درجة حرارة الأنبوب درجة حرارة الخليط في الكأس. (عند وضع الأنبوب الشعري في الماء، يجب الحرص على أن تغمر المياه الأنبوب) سجّل ارتفاع قطرة الزيت في الأنبوب الشعري ودرجة حرارة الخليط.
5. ضع المجموعة نفسها (الأنبوب، ميزان الحرارة والمسطرة) في كأس زجاجية سعتها 400 mL تحتوي على ماء من الصنبور عند درجة حرارة الغرفة. سجّل ارتفاع قطرة الزيت ودرجة الحرارة.
6. ضع الكأس التي استعملتها في الخطوة (5) مع ما تحويه على سخّان كهربائي. سخّن المجموعة بتروٍّ. عندما تصل الحرارة إلى 30 °C، سجّل ارتفاع قطرة الزيت في الأنبوب الشعري.
7. أعد الخطوة السابقة وسجّل ارتفاع قطرة الزيت عند غليان الماء أي عند درجة الحرارة 100 °C.
8. اِجمع القيم التي سجّلتها في الجدول (2).

الملاحظة

درجة الحرارة (°C)	ارتفاع قطرة الزيت (cm) (حجم الهواء mL)

جدول (2)

التحليل والاستنتاج

استخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. استعن بالجدول وأعدّ رسمًا بيانيًّا يوضّح العلاقة بين ارتفاع قطرة الزيت بالسنتميتر (cm) (الذي يشير إلى حجم الهواء) ودرجة الحرارة بالكلفن (K).

يجب أن يوضّح الرسم علاقة طردية بين ارتفاع قطرة الزيت ودرجة الحرارة.

2. توقَّع درجة الحرارة التي يساوي عندها ارتفاع قطرة الزيت صفرًا (تقريبًا) مستعينًا بالرسم البياني.

يساوي الارتفاع صفرًا عند درجة حرارة $T = -273\ ^\circ C$ (على الطالب أن يمدّد الخط المستقيم حتى يتلاقى مع المحور السيني)

3. ماذا تساوي هذه الحرارة؟

إنّها درجة الحرارة المطلقة التي تساوي 0 K

4. ماذا تستنتج من الرسم البياني؟

يمكن استنتاج قانون تشارلز: عند ثبات الضغط، يتغيّر حجم كمّية معيّنة من الغاز طرديًّا مع درجة الحرارة

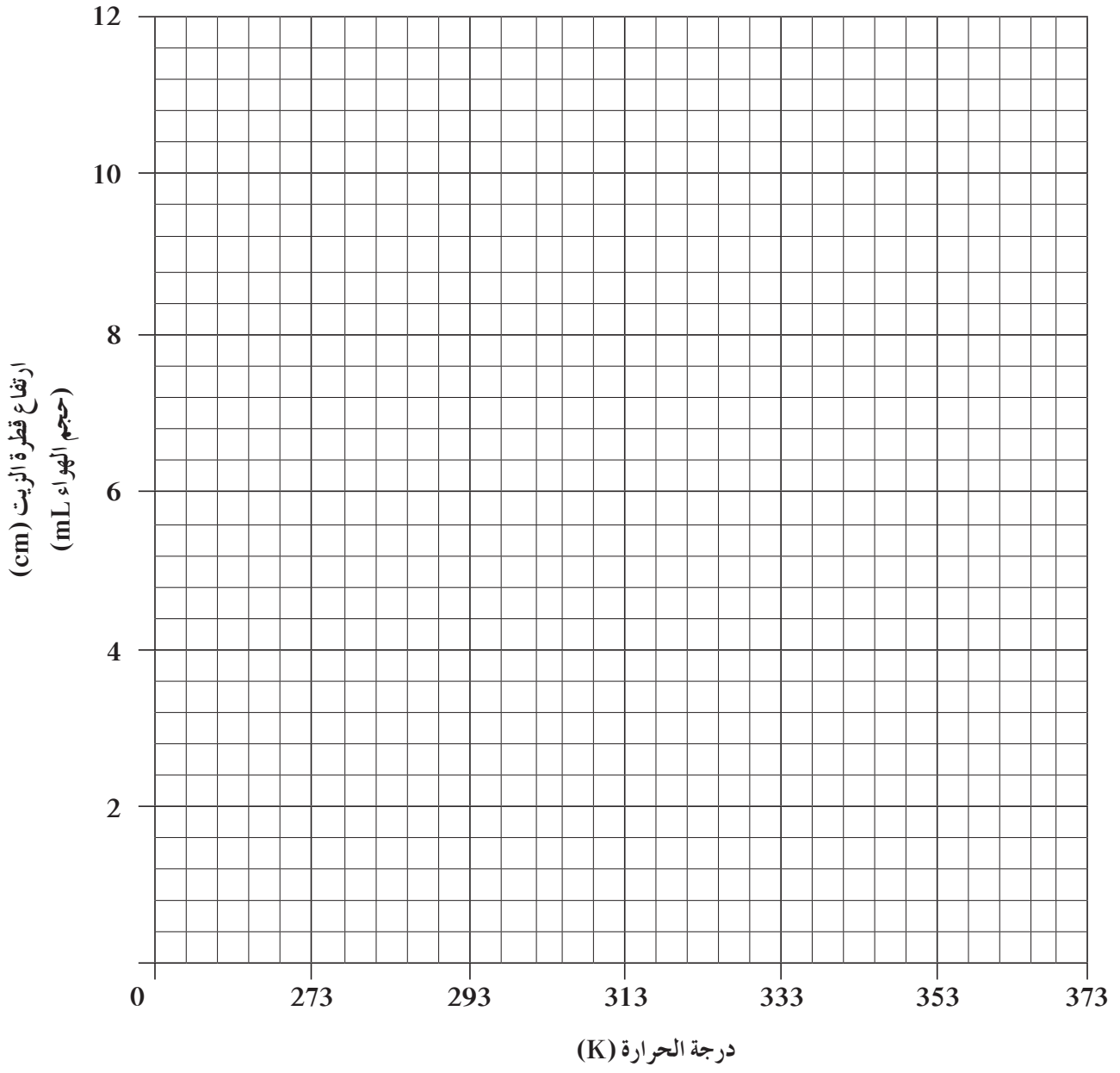
$$\frac{V_1}{T_1} = k$$

5. ما الفائدة من استخدام الحرارة المطلقة بالكلفن (K) بدلًا من الدرجة المئوية °C في حسابات الغازات؟

عند تطبيق معادلة الغازات المثالية، يسمح استخدام درجة الحرارة المطلقة بالكلفن الإيجابية دائمًا بحساب الضغط والحجم وعدد المولات بقيم إيجابية. في حين قد تكون القيم سلبية عند استخدام درجات الحرارة المئوية لأنّ درجة الحرارة عندئذٍ قد تساوي صفرًا أو تكون ما دون الصفر.

6. هل هنالك أمثلة من حياتنا اليومية يمكن أن نطبّق فيها قانون تشارلز تفاديًّا لوقوع حادث ما؟

نعم، قد تؤدّي هذه العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة إلى بعض الحوادث. فعلى سبيل المثال، إذا رمينا عبوة معطّر الجوّ في مكان حيث الحرارة مرتفعة جدًّا يمكن أن يؤدّي تمدّد الغاز إلى انفجار العبوة.



نشاط 3

تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل

Temperature Effects on the Reaction Rate

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، الرسم البياني، الاستنتاج

الهدف

دراسة تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل.

التوقع

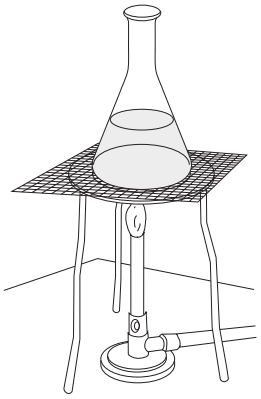
لماذا يتقلّص زمن التفاعل مع ارتفاع درجة الحرارة؟

المواد المطلوبة

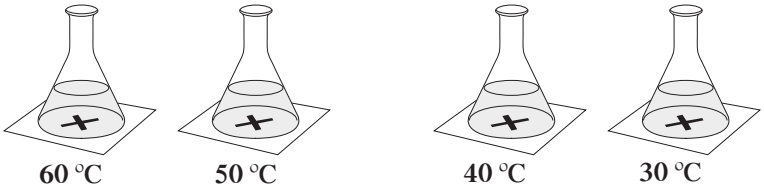
مخبار مدرّج (100 mL)، عدد 5 دورق مخروطي (250 mL) ، ساعة إيقاف، ميزان حرارة، موقد بنزن، حامل معدني بثلاث أرجل، شبكة معدنية، أوراق بيضاء، قلم رصاص، مسطرة، ورقة رسم بياني، محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($Na_2S_2O_3$) بتركيز 0.05 M ومحلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز 3 M

خطوات العمل

1. ضع في دورق مخروطي سعتة 250 mL ميزان حرارة و100 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم بتركيز 0.05 M.
2. سخِّن الدورق بتروٍّ حتّى تصبح درجة حرارته 20 °C تقريبًا (شكل 2).
3. أضف 5 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 3 M وابدأ التوقيت عندئذ.
4. رجّ الدورق على الفور بشكل دائري ثمّ ضعه على قصاصة ورق بيضاء رُسِم عليها حرف X. سجِّل درجة حرارة محتوى الدورق.
5. سجِّل الزمن اللازم لاختفاء حرف X.
6. أعد الخطوات من 1 إلى 5 مُستخدِمًا أربعة دوارق يحتوي كلّ منها على 100 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم بتركيز 0.05 M، على أن تسخَّن هذه الدوارق حتّى تصبح درجة حرارة محتواها على التوالي: 30 °C، 40 °C، 50 °C و60 °C قبل إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك (شكل 3).



شكل (2)



شكل (3)

7. سجِّل الزمن اللازم لاختفاء حرف X في كلّ من الحالات السابقة واجمع المعلومات في الجدول (3).

الملاحظة

درجة الحرارة T (°C)	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
زمن التفاعل t (s)					
مقلوب زمن التفاعل $\frac{1}{t}$ (s^{-1})					

جدول (3)

التحليل والاستنتاج

استخدِم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. استعن بالجدول لإعداد رسم بياني يظهر العلاقة بين مقلوب الزمن ودرجة الحرارة.

يجب أن يوضّح المنحنى أنّ مقلوب الزمن يزيد مع ارتفاع درجة الحرارة.

2. ماذا يوضّح هذا الرسم؟

يوضّح تغيّر سرعة التفاعل بدالّة درجة الحرارة.

3. اكتب المعادلة الموزونة التي تمثّل التفاعل بين ثيوكبريتات الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك.

$$2HCl_{(aq)} + Na_2S_2O_{3(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + SO_{2(aq)} + S_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

4. ما هو تأثير ارتفاع درجة الحرارة في زمن التفاعل؟

يقلّص زمن التفاعل.

5. اقترح تفسيرًا للنتيجة التي لاحظتها في خلال العمل المخبري.

من شأن ارتفاع درجة الحرارة أن يزيد سرعة حركة الجزيئات ما يزيد احتمالات تصادمها بفاعلية أكبر وبالتالي تصبح نسبة التصادمات المؤثّرة والمؤدّية إلى التفاعل كبيرة أي تزيد سرعة التفاعل.

6. لماذا برأيك من الأفضل القيام بهذا العمل المخبري عند درجات حرارة لا تزيد عن 60 °C تقريبًا؟

لأنّ التفاعل قد يحدث بسرعة لا تسمح بقياس زمن التفاعل بطريقة دقيقة.

7. عيّن المادّة المحدّدة من بين الموادّ المتفاعلة.

حساب عدد المولات في 100 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم

$C = \frac{n}{V} \Longrightarrow n = C \times V$

$n = 0.05 \times 0.1 = 5 \times 10^{-3}$ mol

حساب عدد المولات في 5 mL من محلول HCl

$C = \frac{n}{V} \Longrightarrow n = C \times V$

$n = 3 \times 0.005 = 1.5 \times 10^{-2}$ mol

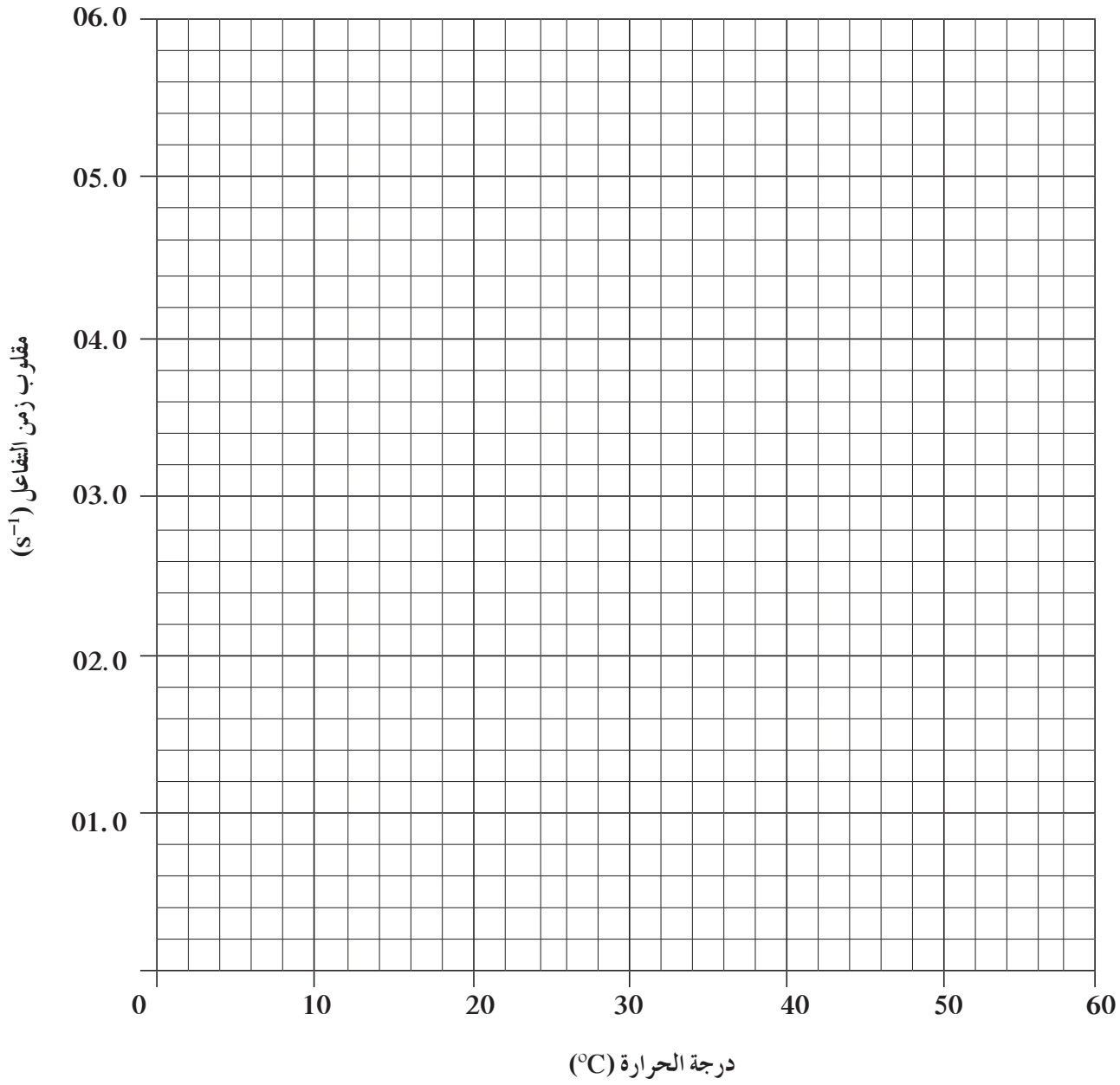
بناءً على مبدأ اتحادية العناصر والمعادلة الموزونة للتفاعل في السؤال رقم 3، يمكن كتابة النسب التالية:

$$\frac{n_{HCl}}{2} = \frac{n_{Na_2S_2O_3}}{1}$$

$$\frac{n_{HCl}}{2} = \frac{1.5 \times 10^{-2}}{2} = 7.5 \times 10^{-3}\ mol$$

$$\frac{n_{Na_2S_2O_3}}{1} = 5 \times 10^{-3}\ mol$$

بما أنّ $\frac{n_{HCl}}{2} > \frac{n_{Na_2S_2O_3}}{1}$ يكون $Na_2S_2O_3$ المتفاعل المحدّد لهذا التفاعل.



نشاط 4

تأثير التركيز المولاري في سرعة التفاعل

Molar Concentration Effects on Reaction Rate

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، القياس، الملاحظة، تسجيل النتائج، تطبيق العلاقات الرياضية، الرسم البياني، الاستنتاج

الهدف

دراسة تأثير التركيز المولاري للموادّ المتفاعلة في سرعة التفاعل عند درجة حرارة ثابتة.

التوقع

لماذا تزيد سرعة التفاعل عندما تزيد تركيزات الموادّ المتفاعلة؟

المواد المطلوبة

عدد 5 مخبار مدّرج (100 mL)، ساعة إيقاف، عدد 5 دورق مخروطي (250 mL)، أوراق بيضاء، قلم رصاص، مسطرة، ورقة رسم بياني، محلول ثيوكبريتات الصوديوم ($Na_2S_2O_3$) بتركيز 0.1 M ومحلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 3 M

خطوات العمل

1. ضع 100 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم بتركيز 0.1 M في دورق مخروطي سعته 250 mL.
2. أضف 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 3 M إلى الدورق. إبدأ التوقيت عند إضافة حمض الهيدروكلوريك.
3. رجّ الدورق بشكل دائري وضعه على قصاصة ورق بيضاء رُسِم عليها حرف X.
4. سجِّل الزمن اللازم لاختفاء حرف X.
5. أعد الخطوات من 1 إلى 4 مستخدمًا 20 mL، 40 mL، 60 mL و80 mL من محلول ثيوكبريتات الصوديوم على التوالي. أضف، في كلّ مرّة، كمّية من الماء لإعداد محلول حجمه 100 mL واخلطه قبل إضافة حمض الهيدروكلوريك.
6. سجِّل، في الجدول (4)، الزمن اللازم لاختفاء حرف X بعد إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك.

الملاحظة:

تركيز محلول ثيوكبريتات الصوديوم $[Na_2S_2O_3]$ (M)	0.02 M	0.04 M	0.06 M	0.08 M	0.1 M
زمن التفاعل t (s)					
مقلوب زمن التفاعل $\frac{1}{t}$ (s^{-1})					

جدول (4)

التحليل والاستنتاج

استخدِم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. استعن بالجدول وأعدّ رسمًا بيانيًّا يوضّح العلاقة بين مقلوب زمن التفاعل وتركيز محلول ثيوكبريتات الصوديوم.

يجب أن يوضّح الرسم البياني خطًّا مستقيمًا يمرّ بالنقطة الأصل.

2. ماذا يوضّح هذا الرسم؟

يوضّح تغيّر سرعة التفاعل بدالّة التركيز المولاري للموادّ المتفاعلة.

3. اكتب المعادلة الموزونة التي توضّح تفاعل ثيوكبريتات الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك.

$$2HCl_{(aq)} + Na_2S_2O_{3(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + SO_{2(aq)} + S_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

4. استعن بالمعادلة السابقة وأشر إلى الناتج الذي أدّى إلى اختفاء الحرف X في خلال التفاعل.

ترسّب الكبريت $S_{(s)}$ الناتج من التفاعل في قعر الدورق ما أدّى إلى اختفاء الحرف X.

5. ما هو تأثير زيادة التركيز في زمن التفاعل؟

تقلّص زمن التفاعل.

6. ما هو تأثير زيادة تركيز الموادّ المتفاعلة في سرعة التفاعل؟

تزيد سرعة التفاعل.

أنت الكيميائي

يمكنك أن تجري أنواع الأنشطة التالية على نطاق صغير وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

1. **حلّل!** يتواجد بيكربونات الصوديوم (أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية) في جميع المنازل وفي المطبخ على وجه الخصوص. يُعرَف بيكربونات الصوديوم بمسحوق الخبيز ويُستعمَل في تحضير الحلويات، فهو يتفاعل في وسط حمضي وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. اكتب المعادلة الموزونة التي توضّح تفاعل بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ مع حمض الأستيك CH_3COOH.

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

2. **صمّم!** يحتوي الخلّ على حمض الأستيك كمكوّن أساسي. اكتب خطوات العمل والموادّ المطلوبة لتنفيذ تجربة توضّح تأثير تركيز الموادّ المتفاعلة في سرعة التفاعل مستعينًا بالمعادلة التي توصّلت إليها في السؤال السابق.

الموادّ المطلوبة: كوب ماء عدد 3 من الحجم نفسه، ملعقة شاي، خلّ وبيكربونات الصوديوم

خطوات العمل: – ضع ملعقتين من بيكربونات الصوديوم في كلّ من الكوبين (1) و(2)

– اسكب كوب من الخلّ في الكوب (1) وابدأ التوقيت.

– سجّل الزمن اللازم لاختفاء بيكربونات الصوديوم.

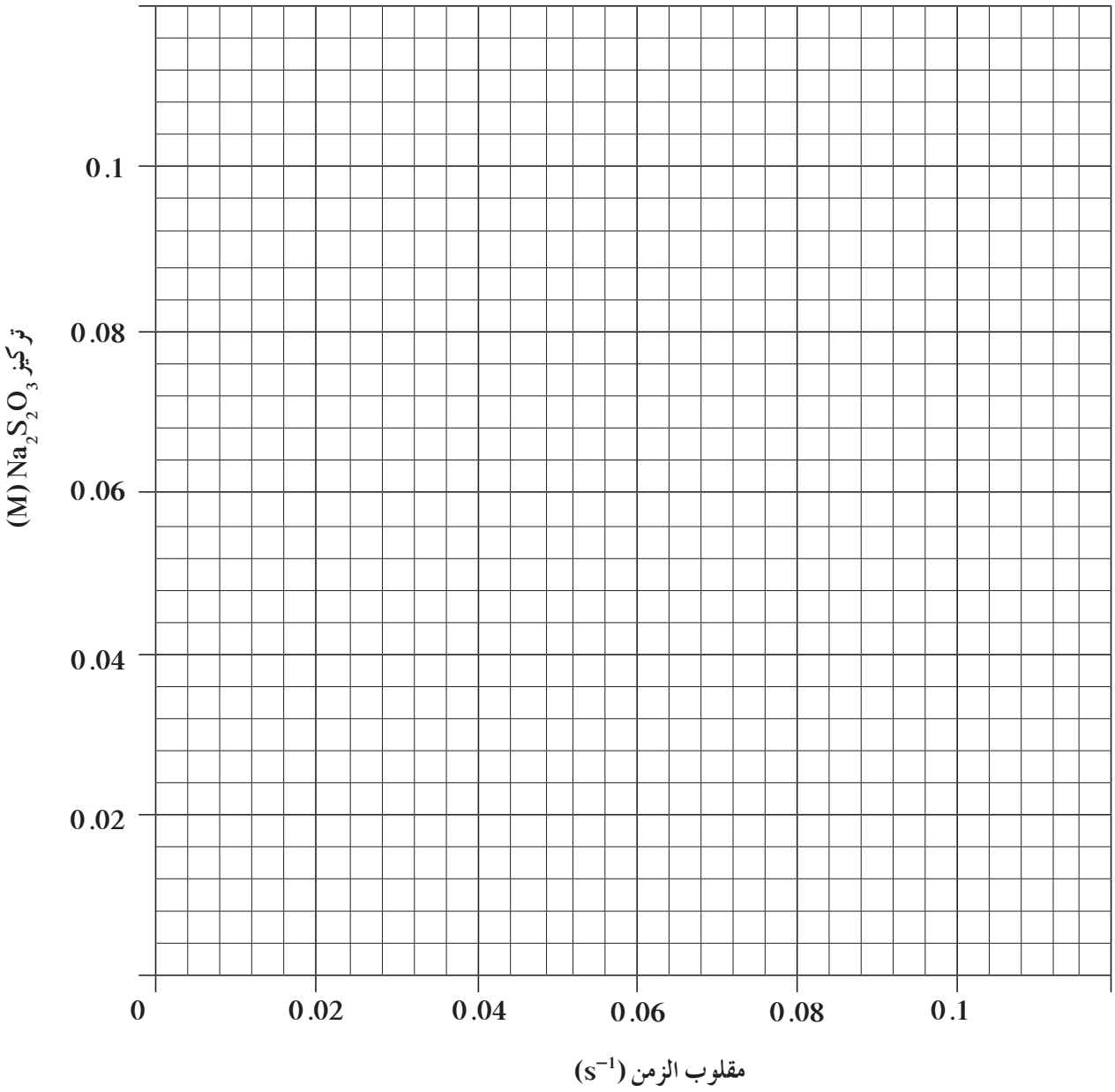
– املأ نصف كوب بالماء ثم أضف الخلّ حتّى ملئه. أفرغ الخليط في الكوب (2) وابدأ التوقيت.

– سجّل الزمن اللازم لاختفاء بيكربونات الصوديوم.

3. **حلّل!** ماذا تلاحظ بعد تنفيذ التجربة التي صمّمتها؟

الزمن اللازم لاختفاء بيكربونات الصوديوم في الكوب (1) أقصر منه في الكوب (2)، ما يدلّ على أنّ تركيز حمض الأستيك هو الذي أثّر في سرعة التفاعل.

الاستنتاج: عند زيادة تركيز الموادّ المتفاعلة تزيد سرعة التفاعل.



التاريخ: .....

نشاط 5

مساحة السطح وسرعة التفاعل

Surface Area and Reaction Rate

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب، الملاحظة، كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة، التحليل والاستنتاج

الهدف

توضيح أنّ سرعة التفاعل تزيد مع زيادة سطح المتفاعلات الصلبة.

التوقع

ما العلاقة بين مساحة سطح المتفاعلات الصلبة وسرعة التفاعل؟

المواد المطلوبة

عدد 3 أنبوب اختبار، حامل أنابيب، ملعقة كيميائيات معدنية، ساعة إيقاف، 3 أقراص مضادّة للحموضة، محلول حمض الهيدروكلوريك مخفَّف (0.1 M)، ماصّة مدرَّجة، هاون ومدقّة، قلم رصاص وورقة

خطوات العمل

1. رقِّم أنابيب الاختبار من 1 إلى 3 وضعها في حامل الأنابيب.
2. ضع في الأنبوب (1) قرصًا واحدًا مضادًّا للحموضة، وفي الأنبوب (2) قرصًا واحدًا مقسَّمًا إلى أربعة أجزاء، وفي الأنبوب (3) قرصًا واحدًا مطحونًا في الهاون بواسطة المدقّة.
3. أضف 3 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك المخفَّف (0.1 M) باستخدام الماصّة المدرَّجة إلى كلّ من الأنابيب الثلاثة (يجب أن يغمر الحمض القرص المضادّ للحموضة كلّيًّا في كلّ من الأنابيب).
4. ابدأ التوقيت عند إضافة الحمض إلى الأنابيب. سجِّل الزمن اللازم لتوقّف فوران الغاز في كلّ من الأنابيب (أي الزمن اللازم لذوبان القرص المضادّ للحموضة كلّيًّا في حمض الهيدروكلوريك).
5. سجِّل النتائج في الجدول (5).

الملاحظة

الأنبوب	الزمن (s)
1	
2	
3	

جدول (5)

التحليل والاستنتاج

1. ما الملاحظة التي يمكن استنتاجها من هذه التجربة؟

الزمن اللازم لذوبان الأقراص المضادّة للحموضة في محلول حمض الهيدروكلوريك يتناقص تدريجيًّا من الأنبوب (1) إلى الأنبوب (3) $(t_1 > t_2 > t_3)$.

2. ما هو برأيك العامل الذي أدّى إلى هذه النتيجة؟

بما أنّ الأقراص المضادّة للحموضة هي نفسها، يكون التفاعل الكيميائي الذي يحدث بينها وبين حمض الهيدروكلوريك نفسه، وبالتالي يجب أن تتساوى سرعات التفاعل. تزيد سرعة التفاعل في هذا الاختبار بسبب مساحة سطح ملامسة حمض الهيدروكلوريك لأقراص الحموضة، فكلّما زادت هذه المساحة كان التفاعل أسرع.

3. ما هي العوامل الأخرى التي تؤثّر في سرعة التفاعل وبقيت ثابتة في خلال هذه التجربة؟

التركيز: استُعمِلت الأقراص نفسها وأضيفت كمّية الحمض نفسها.

درجة الحرارة: أجريت التجربة عند درجة الحرارة نفسها (درجة حرارة الغرفة).

الضغط: أجريت التجربة عند الضغط نفسه (الضغط الجوّي).

4. تتكوَّن الأقراص المضادّة للحموضة من مركّبات $CaCO_3$ و$NaHCO_3$ وغيرها من الكربونات والهيدروكسيدات (المركّبات التي تحتوي على مجموعة هيدروكسيد OH^-). اكتب معادلة موزونة توضِّح التفاعل الذي يحدث بين حمض الهيدروكلوريك وكلّ من كربونات الكالسيوم وبيكربونات الصوديوم (كربونات الصوديوم الهيدروجينية).

$$2HCl_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

5. اشرح سبب تجشّئك عند تناول قرص مضادّ للحموضة.

يظهر التفاعل بين HCl و$CaCO_3$ وبين HCl و$NaHCO_3$ أنّ أحد النواتج هو ثاني أكسيد الكربون CO_2. لذلك، عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك، الموجود في معدتك، مع قرص مضادّ للحموضة ينتج غاز CO_2 الذي يخرج من الفمّ.

6. اذكر سببًا يفسِّر تناول أقراص مضادّة للحموضة للتخفيف من آلام الجهاز الهضمي.

تصعد بعض العصارة الهضمية التي تتواجد في المعدة إلى المريء وهو القناة التي تمتدّ من المعدة إلى الفمّ. تشمل هذه العصارة حمض الهيدروكلوريك الذي يسبّب حرقة عند أعلى المعدة. لذلك، عند تناول قرص مضادّ للحموضة، يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك فيصبح الوسط متعادلًا ويخفّ الشعور بالحرقة.

أنت الكيميائي

يمكنك أن تجري أنواع الأنشطة التالية على نطاق صغير وتصمّم خطوات العمل الخاصّة بك وتحلّل النتائج بنفسك.

1. **صمِّم!** اجر بحثًا في إحدى الصيدليات القريبة من منزلك عن أنواع مضادّات الحموضة المتوفِّرة. حدِّد مكوّناتها الأساسية واكتب التركيبة الجزيئية لكلّ منها.

سوف يجد الطلّاب عدّة أنواع، ومن الموادّ الأساسية: $MgCO_3$ و $Al(OH)_3$

---

2. أُكتب المعادلة الموزونة التي توضِّح التفاعل بين حمض الهيدروكلوريك وأحد المكوِّنات ككربونات المغنيسيوم $MgCO_3$ على سبيل المثال.

$$2HCl_{(aq)} + MgCO_{3(s)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

---

3. **صمِّم!** صمِّم تجربة تظهر تأثير التركيز في سرعة تفاعل حمض الستريك وأحد مضادّات الحموضة.

الموادّ المطلوبة: أقراص مضّادة للحموضة عدد 6، كؤوس ماء عدد 3، حمض الستريك (موجود في ملح الليمون وعصير الحامض).

خطوات العمل:

- ضع قرصًا واحدًا في إحدى الكؤوس، وقرصين في الكأس الثانية وثلاثة أقراص في الكأس الثالثة.
- اسكب الحجم نفسه من حمض السيتريك في كلّ منها.
- لاحظ الفوران في كلّ منها.

سوف يلاحظ الطالب أنّ الفوران يتزايد مع تزايد عدد الأقراص.

الاستنتاج: تتزايد سرعة التفاعل مع تزايد تركيز الموادّ المتفاعلة.

نشاط 6
تأثير التركيز المولاري في موضع الاتّزان الكيميائي
Molar Concentration Effect on Equilibrium Position

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم التجارب وتنفيذها، الملاحظة، الاستنتاج

الهدف

دراسة تأثير التركيز المولاري في موضع الاتّزان الكيميائي.

التوقع

هل يتغيّر موضع الاتّزان الكيميائي بتغيّر تركيز أحد المتفاعلات؟

المواد المطلوبة

محلول مشبَّع من كلوريد الحديد (III) بنّي اللون، محلول مشبع من ثيوسيانات البوتاسيوم، كلوريد البوتاسيوم (لا لون له)، ماء مقطر، كأس زجاجية، مخبار مدرّج، أنابيب اختبار، قطّارة، ماصّة مدرّجة سعة 5 mL

خطوات العمل

يتفاعل محلول كلوريد الحديد (III) ذو اللون البنّي مع محلول ثيوسيانات البوتاسيوم عديم اللون بحيث يتكوّن محلول أحمر من ثيوسيانات الحديد (III) وفق المعادلة الكيميائية التالية:

$$FeCl_{3(aq)} + 3KSCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3KCl_{(aq)}$$

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{أحمر}}{Fe(SCN)^{2+}_{(aq)}}$$

1. أضِف إلى أنبوب اختبار 2 mL من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم و2 mL من محلول كلوريد الحديد (III) على التوالي بواسطة ماصّة مدرّجة وسمِّ هذا الأنبوب S_0.
2. خفِّف المحلول الناتج في كأس زجاجية سعة 1 L بنسبة 1 : 100
3. رقِّم 4 أنابيب اختبار على الشكل التالي: 3 , 2 , 1 , S_1، بحيث يشكّل الأنبوب (S_1) الأنبوب الشاهد.
4. ضَع 5 mL من المحلول المخفف في كلّ من الأنابيب الأربعة المرقَّمة بواسطة ماصّة.
5. أضِف إلى الأنابيب الثلاثة على التوالي بواسطة قطّارة:

- الأنبوب (1): خمس قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) المشبَّع.
- الأنبوب (2): خمس قطرات من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم المشبَّع.
- الأنبوب (3): خمس قطرات من محلول كلوريد البوتاسيوم المشبَّع.

6. سجِّل ملاحظاتك في الجدول (6).

الملاحظة

أكمِل الجدول التالي:

الأنبوب	اللون
S_0	أحمر داكن
S_1	أقل احمرارًا ومائلًا إلى الاصفرار
1	أشد احمرارًا (زيادة في الاحمرار)
2	أشد احمرارًا (زيادة في الاحمرار)
3	يميل اللون إلى الاصفرار

جدول (6)

التحليل والاستنتاج

اِستخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة للإجابة على الأسئلة التالية:

1. ماذا تلاحظ عند إضافة محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول ثيوسيانات البوتاسيوم المشبَّع.

ظهور لون أحمر داكن.

---

2. هل تأثّرت شدّة اللون الأحمر في أنبوب الاختبار الأوّل؟ ما تفسيرك لذلك؟

زيادة في شدّة اللون الأحمر.

عند إضافة ثلاث قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) على المحلول في الأنبوب الأوّل:

تزداد كمّية كلوريد الحديد (III) ⟵ تزداد سرعة التفاعل الطردي ⟵ تزداد كمّية المادّة الناتجة ⟵ تتناقص كمّية ثيوسيانات البوتاسيوم ⟵ تزداد شدّة اللون الأحمر

---

3. هل تأثّرت شدّة اللون الأحمر في أنبوب الاختبار الثاني؟ ما تفسيرك لذلك؟

زيادة في شدّة اللون الأحمر.

عند إضافة ثلاث قطرات من ثيوسيانات البوتاسيوم على المحلول في الأنبوب الثاني:

تزداد كمّية ثيوسيانات البوتاسيوم ⟵ تزداد سرعة التفاعل الطردي ⟵ تزداد كمّية المادّة الناتجة ⟵ تتناقص كمّية كلوريد الحديد (III) ⟵ تزداد شدّة اللون الأحمر

---

4. هل تأثّرت شدّة اللون الأحمر في أنبوب الاختبار الثالث؟ ما تفسيرك لذلك؟

تخف شدّة اللون الأحمر.
عند إضافة بلورات كلوريد البوتاسيوم على المحلول في الأنبوب الثالث:
تزداد كمّية كلوريد البوتاسيوم ⟵ تزداد سرعة التفاعل العكسي ⟵ تزداد كمّية الموادّ المتفاعلة ⟵ تتناقص كمّية ثيوسيانات الحديد ⟵ تخفّ شدّة اللون الأحمر

5. قارِن بين اللون المتكوّن في كلّ خطوة من الخطوات السابقة ولوّن المحلول في أنبوب الاختبار الشاهد. ماذا تستنتج ممّا سبق؟

يشتدّ اللون الأحمر في الأنبوبين الأوّل والثاني ويخفّ في الأنبوب الثالث مقارنةً مع اللون الأحمر الداكن في الأنبوب الشاهد.
نستنتج من التجارب السابقة:
كلّما زادت كمّية الموادّ المتفاعلة، كلّما خفّت شدّة اللون.
كلّما زادت كمّية الموادّ الناتجة، كلّما زادت شدّة اللون.

6. اكتب معادلة تأيّن كل من ثيوسيانات البوتاسيوم وكلوريد الحديد (III) مع الماء.

$KSCN_{(s)} \xrightarrow{\text{ماء}} K^+_{(aq)} + SCN^-_{(aq)}$
محلول لا لون له

$FeCl_{3(s)} \xrightarrow{\text{ماء}} Fe^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$
محلول لونه برتقالي

7. اكتب المعادلة التي توضّح تفاعل محلول (KSCN) مع محلول ($FeCl_3$).

$KSCN_{(aq)} + FeCl_{3(aq)} \rightleftharpoons FeSCNCl_{2(aq)} + KCl_{(aq)}$
محلول لونه أحمر داكن

8. أكمِل الجدول (7) موضّحًا موضع الاتّزان الكيميائي.

الأنبوب	موضع الاتّزان الكيميائي
S_0	التفاعل عند الاتّزان الكيميائي
S_1	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل العكسي
1	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل الطردي
2	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل الطردي
3	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل العكسي

أنت الكيميائي

يمكنك أن تجري هذا التطبيق على نطاق صغير وتحلّل النتائج بنفسك.

1. حلِّل! من خلال المعادلة الموزونة للتفاعل التالي:

$$2FeSO_{4(aq)} + K_4[Fe(CN)_6]_{(aq)} \rightleftarrows Fe_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_{4(aq)}$$

أزرق

كيف يمكننا زيادة شدّة اللون الأزرق؟

بزيادة تراكيز $FeSO_4$ أو $K_4[Fe(CN)_6]$ يشتدّ اللون الأزرق.

2. إستنتج! أعِد صياغة استنتاجك بشكل صحيح.

إنّ إضافة مادّة متفاعلة إلى تفاعل ما في حالة اتّزان تدفع التفاعل باتّجاه التفاعل الطردي، أي باتّجاه تكوين الموادّ الناتجة.

إنّ إضافة مادّة ناتجة إلى تفاعل ما في حالة اتّزان تدفع التفاعل باتّجاه التفاعل العكسي، أي باتّجاه تكوين الموادّ المتفاعلة.

نشاط 7
تأثير درجة الحرارة في موضع الاتّزان الكيميائي
Temperature Effect on Equilibrium Position

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها
تصميم التجارب وتنفيذها، الملاحظة، الاستنتاج

الهدف
دراسة تأثير درجة الحرارة في موضع الاتّزان الكيميائي.

التوقع
هل يتغيّر موضع الاتّزان الكيميائي بتغيّر درجة حرارة التفاعل المتزن؟

المواد المطلوبة
خراطة نحاس (1g)، حمض النيتريك المركز (5M <)، أنبوب ملتوٍ بسدادة مطّاطية، أنابيب اختبار، كأس فيه ثلج، ماء ساخن

خطوات العمل
يمكن الحصول على غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ذي اللون البني المحمرّ بتفاعل حمض النيتريك المركّز مع خراطة النحاس، ويوجد بين غاز NO_2 وغاز رابع أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_4، وهو غاز عديم اللون، اتّزان كيميائي ديناميكي عند درجات الحرارة العادية:

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H = -58kJ/mol$$

ويمكن دراسة تأثير درجة الحرارة في هذا الاتّزان من خلال التجربة التالية.

1. ضَع القليل من خراطة النحاس (m = 1 g) في أنبوب اختبار وأضِف إليها 3 mL من حمض النيتريك المركّز.
2. اِجمع الغاز المتصاعد في أنبوب اختبار جافّ وسدَّ الأنبوب بسدادة محكمة. لاحِظ لون الغاز الناتج.
3. ضَع الأنبوب في الثلج لفترة. لاحِظ لون الغاز في الأنبوب بعد هذه الخطوة.
4. أخرج الأنبوب من الثلج وضعه في كأس فيها ماء ساخن. لاحظ لون الغاز في الأنبوب بعد هذه الخطوة.
5. سجِّل ملاحظاتك في الجدول (8).

الملاحظة

1. ما لون الغاز الناتج بعد أوّل خطوة؟

بني محمّر

الخطوة	اللون	موضع الاتّزان الكيميائي
1	لون بنّي محمّر	التفاعل عند الاتّزان
2	تناقص في شدّة اللون	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل الطردي من اليسار إلى اليمين
3	زيادة في شدّة اللون	إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل العكسي من اليمين إلى اليسار

جدول (8)

التحليل والاستنتاج

1. علامَ يدلّ التناقص في شدّة اللون البني المحمّر؟

التناقص في شدّة اللون البني المحمر يدلّ على:

تناقص في كمّية NO_2.

زيادة في كمّية N_2O_4.

اتّجاه التفاعل نحو التفاعل الطردي.

2. علامَ تدلّ الزيادة في شدّة اللون البني المحمّر؟

الزيادة في شدّة اللون البني المحمر تدلّ على:

زيادة في كمّية NO_2.

تناقص في كمّية N_2O_4.

اتّجاه التفاعل نحو التفاعل العكسي.

3. هل يتغيّر موضع الاتّزان بتغيّر درجة الحرارة؟

في الخطوة 1: تناقص في درجة الحرارة وبالتالي يزاح الاتّزان نحو التفاعل الطردي.

في الخطوة 2: زيادة في درجة الحرارة وبالتالي يزاح الاتّزان نحو التفاعل العكسي.

4. بما أنّ حجم الغاز في الأنبوب بقي ثابتًا تقريبًا، ماذا تتوقّع لقيمة ثابت الاتّزان K_{eq} في هذا التفاعل في كلّ من الحالات التالية:

أ. عند خفض درجة الحرارة:

$$K_{eq} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل الطردي من اليسار إلى اليمين: زيادة كمّية N_2O_4 وبالتالي قيمة Keq تزداد.

ب. عند رفع درجة الحرارة:

$$K_{eq} = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

إزاحة موضع الاتّزان الكيميائي نحو التفاعل العكسي من اليمين إلى اليسار: زيادة كمّية NO_2 وبالتالي قيمة Keq تنقص.

5. من هذه التجربة هل يمكن تحديد ما إذا كان التفاعل عند الاتّزان طارد أم ماص للحرارة؟

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

طارد للحرارة.

6. ما هي إشارة قيمة ΔH لهذا التفاعل؟

إشارة سلبية: $\Delta H < 0$

7. يبرهن استنتاجك مبدأ لوشاتليه. أعِد صياغة استنتاجك بشكل قانون.

عندما يكون التفاعل طارد للحرارة، يؤدّي تبريد خليط التفاعل إلى إزاحة موضع الاتّزان باتّجاه اليمين فيما يؤدّي تسخين خليط التفاعل إلى إزاحة موضع الاتّزان باتّجاه اليسار.

التاريخ: .....

نشاط 8

تأثير تخفيف المحلول المائي لحمض قوي وحمض ضعيف على قيمة الأس الهيدروجيني pH
The Effect of Dilution of Strong and Weak Acid on pH

تعليمات الأمان

المهارات المرجو اكتسابها

تصميم النشاط، الملاحظة، تسجيل البيانات، الاستنتاج، التحليل

الهدف

ملاحظة تأثير تخفيف المحلول المائي لحمض ضعيف ولحمض قوي على الأس الهيدروجيني للمحلول وتأيّن الحمض.

التوقع

هل تزداد قيمة pH ويتناقص تأيّن الحمض عند تخفيف محلوله المائي؟

المواد المطلوبة

جهاز قياس الأس الهيدروجيني، محاليل منظّمة، عدد 4 كؤوس زجاجية (250 mL)، عدد 2 دورق حجمي (100 mL)، عدد 2 ماصّة حجميّة (10 mL)، محلول حمض الهيدروكلوريك HCl (10^{-2} M)، محلول حمض الأستيك CH_3COOH (10^{-2} M)، ورق، قلم رصاص، ماء مقطّر

خطوات العمل

1. عايِر جهاز قياس الأس الهيدروجيني بواسطة المحاليل المنظّمة، ثمّ اغسل القطب بالماء المقطّر.
2. اسكب حوالى 50 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك في كأس زجاجية سعتها 250 mL.
3. قِس الأس الهيدروجيني للمحلول وسجّل قيمة pH.
4. اسحب بواسطة الماصّة الحجمية 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك.
5. أضِف هذا الحجم إلى الدورق الحجمي سعة 100 mL ، ثمّ أضِف كمّية كافية من الماء المقطّر لتحضير 100 mL من المحلول.
6. اسكب حوالى 50 mL من محلول الهيدروكلوريك المخفَّف (1:10) في كأس زجاجية سعتها 250 mL.
7. بعد غسل قطب جهاز قياس الأس الهيدروجيني بالماء المقطّر، ضعه في المحلول وسجّل قيمة pH.
8. كرّر الخطوات من 2 إلى 7 مستخدمًا محلول حمض الأستيك.
9. سجّل ملاحظاتك في الجدول التالي.

الملاحظة

المحلول الحمضي	تركيز المحلول (mol/L)	pH	$[H_3O^+]$ (mol/L)
HCl	1×10^{-2}	2	1×10^{-2}
HCl	1×10^{-3}	3	1×10^{-3}
CH_3COOH	1×10^{-2}	3.4	1×10^{-4}
CH_3COOH	1×10^{-3}	3.9	1.26×10^{-4}

التحليل والاستنتاج

إستخدم النتائج التجريبية التي حصلت عليها من التجربة السابقة وسجّل الإجابات عن الأسئلة التالية:

1. اكتب المعادلة التي توضّح تأيّن كلّ من الأحماض في الماء.

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

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

2. ما هو تركيز المحاليل المخفّفة؟

تم تخفيف كل من المحلولين بنسبة (1:10)

يكون تركيز المحلول المخفَّف في كلتا الحالتين $\frac{C}{C_0} = \frac{1}{10}$

$$C = \frac{C_0}{10} = \frac{1 \times 10^{-2}}{10} = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$$

3. احسب تركيز كاتيون الهيدرونيوم في كلّ من المحاليل الابتدائية والمخفَّفة.

بالاستعانة بقيم pH التي سُجّلت خلال النشاط، يمكن تطبيق المعادلة التالية:

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

لحساب $[H_3O^+]$ (انظر الجدول).

4. ماذا لاحظت عند تسجيل النتائج في الجدول؟

تزداد قيم pH عند تخفيف المحلول (عندما يتناقص التركيز).

كما يتناقص تركيز كاتيون الهيدرونيوم عند تخفيف المحلول.

5. ما الاستنتاج الذي يمكن استخلاصه من هذا النشاط؟

عندما يخفَّف محلول مائي لحمض قوي تتزايد قيمة pH المحلول.

إذا خُفِّف المحلول بنسبة $\frac{1}{10}$ تكون قيمة pH المحلول المخفَّف مساوية لقيمة pH المحلول الابتدائي زائد 1.

$$pH = pH_0 + 1$$

إذا خُفِّف محلول مائي لحمض ضعيف تتزايد قيمة pH المحلول أيضًا.

إذا خُفِّف المحلول بنسبة $\frac{1}{10}$ تتزايد قيمة pH بأقلّ من وحدة عن pH المحلول الابتدائي.

ملاحظة: يمكن استخدام هذه المقارنة لتحديد الأحماض القوية والضعيفة.

6. اِستعن بالجدول واستنتج نسبة تأيّن الأحماض.

توضّح المعادلة الرياضية التالية نسبة تأيّن الحمض:

$$x = \frac{\text{تركيز الحمض الذي تأيّن}}{\text{التركيز الابتدائي للحمض}}$$

$$x = \frac{[H_3O^+] \text{ ناتجة}}{C_0}$$

حمض الهيدروكلوريك:

قبل التخفيف: $x_1 = \frac{1 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}} = 1$

بعد التخفيف: $x_1 = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} = 1$

يمكن الاستنتاج أنّ تأيّن الحمض القوي يكون بنسبة 100% مهما كانت قيمة تركيز محلوله المائي.

حمض الأستيك

قبل التخفيف: $x_2 = \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-4}} = 0.04$

أي 4% نسبة تأيّن حمض الأستيك.

بعد التخفيف: $x_2 = \frac{1.26 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 0.126$

أي 12.6% نسبة تأيّن حمض الأستيك بعد التخفيف. يمكن الاستنتاج أنّ الأحماض الضعيفة تتأيّن جزئيًا في الماء.

يتزايد تأيّن الأحماض الضعيفة في الماء عند تخفيف محاليلها المائية.

ملاحظات

شركة مطابع الرسالة - الكويت

أودع في مكتبة الوزارة تحت رقم (٢٨٠) بتاريخ ٣٠/ ٩/ ٢٠١٥ م