المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

الاسم : .....

المدرسة : .....

دليل التجارب العملية

رقم الإيداع : ١٤٣٨/٤٧١٣
ردمك : ٠- ٤٩٧- ٥٠٨- ٦٠٣- ٩٧٨

طبعة ١٤٣٨ - ١٤٣٩ هـ
٢٠١٧ - ٢٠١٨ م

SA.CH11.WB.Cover.indd 2 2/21/17 5:41 PM

قـــررت وزارة التـعـلـيـم تـدريـس
هـــذا الـكـتـاب وطـبـعـه عـلـى نفقـتـها

وزارة التـعـلـيم
Ministry of Education

المملكة العربية السعودية

الكيمياء ٣

المستوى الثالث

المسار العلمي

النظام الفصلي للتعليم الثانوي

دليل التجارب العملية

١٤٣٨ – ١٤٣٩ هـ
٢٠١٧ – ٢٠١٨ م

يوزع مجاناً ولا يباع

SA.CH11.WB1.SE.indd 1 2/19/17 9:13 AM

ح وزارة التعليم ، ١٤٣٨ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
الكيمياء ٣ (النظام الفصلي للتعليم الثانوي - المسار العلمي - دليل التجارب العملية). / وزارة التعليم.- الرياض ، ١٤٣٨هـ
٦٠ ص ؛ ٢٧,٥ x ٢١سم
ردمك : ٠- ٤٩٧- ٥٠٨- ٦٠٣- ٩٧٨

أ- الكيمياء - مناهج - السعودية ٢- التعليم الثانوي - مناهج - السعودية أ. العنوان
ديوي ٥٤٠،٧١٢ ١٤٣٨/٤٧١٣

رقم الإيداع :١٤٣٨/٤٧١٣
ردمك :٠- ٤٩٧- ٥٠٨- ٦٠٣- ٩٧٨

لهذا المقرر قيمة مهمة وفائدة كبيرة فلنحافظ عليه، ولنجعل نظافته تشهد على حسن سلوكنا معه.

إذا لم نحتفظ بهذا المقرر في مكتبتنا الخاصة في آخر العام للاستفادة ، فلنجعل مكتبة مدرستنا تحتفظ به.

وزارة التعليم
www.moe.gov.sa

قسم العلوم
science.cur@moe.gov.sa

مشروع النظام الفصلي
www.moe.gov.sa/ar/alfasly

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم . المملكة العربية السعودية

SA.CH11.WB1.SE.indd 2 2/21/17 5:44 PM

مقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل أدلة التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض) مع الكتب المطوَّرة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة في نظام توحيد المسارات، من حيث المحتوى والمضمون، وتتماشى أيضًا مع طبيعة العلم بوصفه مادة وطريقة، وتعتمد في الوقت نفسه على فلسفة المناهج المطوَّرة وفقًا لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

تهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة – ومنها هذا الدليل المصاحب لكتاب الكيمياء ٣ المستوى الثالث، إلى تعزيز المفاهيم والمهارات العلمية لديك، وإلى إكسابك مهارات الاستقصاء العلمي، والطرائق العلمية في تنفيذ التجارب العملية، وجمع البيانات وتسجيلها، والتعامل مع الجداول والرسوم البيانية، واستخلاص النتائج وتفسيرها. كما يهدف هذا الدليل العملي إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات، والأجهزة في مختبر الكيمياء.

ويتضمن الدليل تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الكيمياء ٣، وفي سياق الموضوعات المقدمة فيه، كما تتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة، من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

وإننا إذ نقدم لك هذا الدليل لنأمل أن تكون قادرًا على استيعاب الأهداف المنشودة وتحقيقها من خلال تنفيذ التجارب الواردة فيها وفقًا لمستوياتها المختلفة الموجهة، وشبه الموجهة، والحرة، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلاً إيجابيًّا في جميع المجالات والمستويات، بدءًا بمراعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومرورًا بالتخطيط والتصميم وتنفيذ التجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

ونسأل الله التوفيق وتحقيق الفائدة المرجوة لطلبتنا على درب التقدم والنجاح.

SA.CH11.WB1.SE.indd 3 2/19/17 9:15 AM

قائمـــة المحتـــويـــــات

كيف تستعمل هذا الدليل؟ 5

كتابة تقرير التجربة 6

أدوات المختبر 8

السلامة في المختبر 11

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر 13

بطاقة السلامة في المختبر 14

التجـارب العملية

تجربة 1 اختبار اللهب 15

تجربة 2 نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته 19

تجربة 3 خواص الجدول الدوري للعناصر 25

تجربة 4 تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري 30

تجربة 5 خواص المركبات الأيونية 36

تجربة 6 تكوّن الملح 42

تجربة 7 الروابط التساهمية في الأدوية 46

تجربة 8 المركبات التساهمية 50

كيف تستعمل هذا الدليل؟

الكيمياء علم يدرس المادة وخواصها وتغيراتها، وليست مجرد معلومات نظرية. وتُعد التّجارب العملية الوسائل الأساسية التي يستعملها العلماء ليتعلموا أكثر عن المادة. وتتطلب التجارب في هذا الدليل أن تكوِّن فرضيات وتختبرها، أو تجمع حولها البيانات وتسجّلها وتحللها، وتستخلص النتائج منها.

تنظيم التجارب

- **المقدمة** تأتي بعد عنوان التجربة ورقمها، وتناقش الخلفية العلمية للمشكلة التي ستدرسها في التجربة.
- **المشكلة** توضيح المشكلة التي ستدرسها في التجربة.
- **الأهداف** عبارات تبين ما تنجزه عند إجراء الاستقصاء. لذا ارجع إليها بعد الانتهاء من التجربة.
- **المواد والأدوات** تبيّن قائمة بالمواد والأدوات والأجهزة التي تلزم لتنفيذ التجربة.
- **احتياطات السلامة** تحذرك رموز السلامة وعباراتها من الأخطار المحتملة في المختبر. فقبل البدء في أي تجربة ارجع إلى صفحة (13) لتعرف ما تعنيه هذه الرموز.
- **ما قبل التجربة** تُقوِّم الأسئلة في هذا الجزء مدى معرفتك للمفاهيم اللازمة لتنفيذ التجربة بنجاح.
- **خطوات العمل** تخبرك خطوات العمل المرقمة كيف تقوم بالتجربة، وتقدم أحيانًا ملاحظات تساعدك على أن تكون ناجحًا في المختبر؛ فبعض خطوات التجارب تشتمل على عبارات تحذير تنبهك إلى المواد أو التقنيات الخطرة.
- **الفرضية** هذا الجزء يوفر لك فرصة لكتابة فرضية للتجربة.
- **البيانات والملاحظات** يقدم هذا الجزء جدولاً مقترحًا أو نموذجًا لجمع بياناتك العملية. لذا، سجل بياناتك وملاحظاتك دائمًا بطريقة منظمة في أثناء تنفيذك التجربة.
- **التحليل والاستنتاج** يوضح لك كيف تجري الحسابات الضرورية لتحليل البيانات والتوصل إلى نتائج، كما يوفر أسئلة تساعدك على تفسير البيانات والملاحظات للتوصل إلى نتيجة تجريبية. سيطلب إليك التوصل إلى نتائج علمية مبنية على ما لاحظته فعلاً، وليس على "ما كان يجب أن يحدث".
- **الكيمياء في واقع الحياة** وتتهيأ لك في هذا الجزء فرصة أيضًا لتحليل الأخطاء المحتملة في التجربة.

  قد تطبق ما تعلمته في هذه التجربة على مواقف من واقع الحياة. وقد يطلب إليك أن تتوصل إلى نتائج إضافية، أو تبحث في مسألة تتعلق بالتجربة.

كتابة تقرير المختبر

يقـوم العلمـاء بالملاحظة وجمع البيانات وتحليلها، ويضعون التعميمات عندما يجرون التجارب. لذا، عليك أن تسـجِّل البيانـات جميعهـا في التقرير الذي تعدّه عـن أيِّ تجربة عملية، وأن يكون ذلك بأسـلوب منظَّم ومنطقي؛ حتى يسهل تحليلها. وغالبًا ما تستعمل الجداول والرسوم البيانية لهذا الغرض.

العنوان: يجب أن يصف العنوان موضوع التقرير بوضوح.

الفرضية: صـف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشـكلة التي تدرسـها، أو إجابة عن السـؤال الذي تبحث عنه.

المواد والأدوات: اكتب قائمة بجمع المواد والأدوات المختبرية اللازمة لتنفيذ التجربة.

خطوات العمل: صف كل خطوة، بحيث يمكن لشخص آخر تنفيذ التجربة متبعًا إرشاداتك.

البيانات والملاحظات: ضمِّن تقريرك كل البيانات، والجداول، والرسوم البيانية التي استعملتها للوصول إلى نتائجك.

النتائج: سجِّل نتائجك في نهاية تقريرك، على أن تتضمّن تحليلاً للبيانات التي جمعتها.

اقرأ الوصف التالي لإحدى التجارب، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

تحتـاج النباتات جميعها إلى الماء، والمعادن، وثاني أكسـيد الكربون، والضـوء ومكان لتعيش فيه، فإذا لم تتوافر هذه المتطلبات؛ فإن النباتات لا تنمو بشـكل سـليم. أراد أحد العلماء اختبار فاعلية الأسـمدة المختلفة في تزويد النباتات بالمعادن اللازمة، ولاختبار هذه الفكرة صمَّم تجربة، حيث ملأ ثلاثة أوعية بكميات متساوية من التربة، وزرع نبتـة بـازلاء سـليمة في كلٍّ منها. وزوَّد الوعاء (A) بالسـماد (A)، والوعاء (B) بالسـماد (B)، ولم يضف أيَّ سـماد للوعـاء (C)، ووضـع الأوعية الثلاثة في غرفـة مضاءة جيدًا، وسـقى كل وعاء الكمية نفسـها من الماء كل يوم مدة أسـبوعين، وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كلِّ يوم، وحسـب متوسـط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسجّله في **جدول البيانات 1**، ثم مثَّل هذه البيانات برسم بياني.

1. ما الهدف من التجربة؟

.....

.....

2. ما المواد التي تطلبتها هذه التجربة؟

.....

3. ما خطوات العمل في التجربة؟

.....

.....

.....

.....

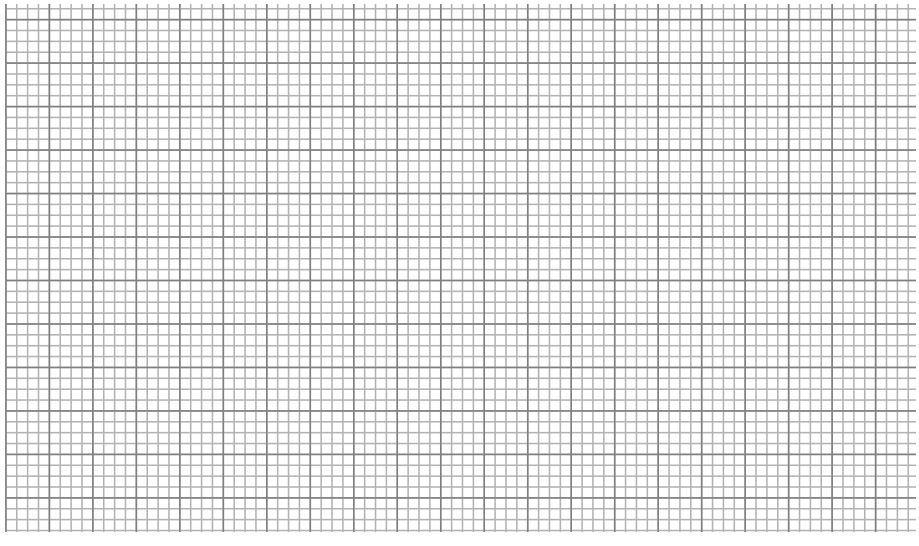
جدول البيانات 1 : متوسط ارتفاع النباتات النامية (mm)										
الوعـاء	اليوم									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	50	58	60	57	80	85	90	110	120
B	16	30	41	50	58	70	75	80	100	108
C	10	12	20	24	30	25	42	50	58	60

4. **جدول البيانات 1** يوضح البيانات التي تمَّ جُمِعَتْ في هذه التجربة. ماذا تستنتج منها؟

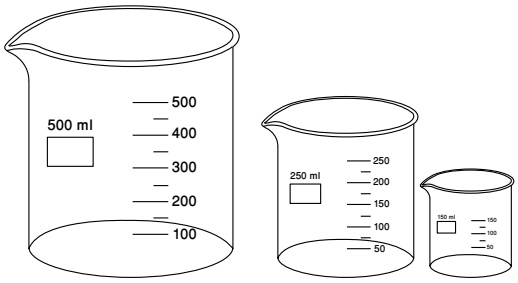
.....

.....

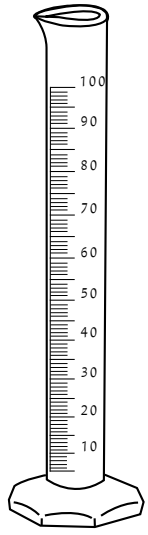
5. ارسم البيانات في **الجدول 1** بيانيًّا، مبينًا متوسط الارتفاع على المحور الرأسي، والأيام على المحور الأفقي، على أن تمثل بيانات كل وعاء بلون مختلف عن الآخر.



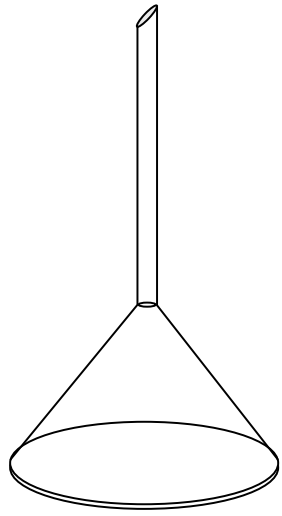
أدوات المختبـــــــــر



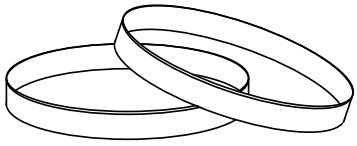
كؤوس زجاجية مدرّجة



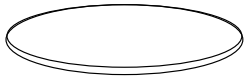
مخبار مدرج



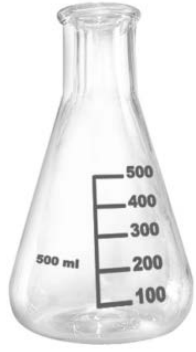
قِمع زجاجي



طبق بتري

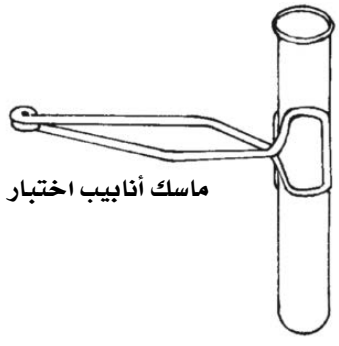


زجاجة ساعة

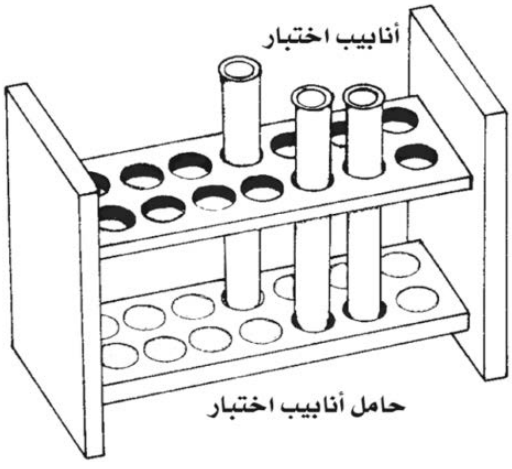


دورق مخروطي

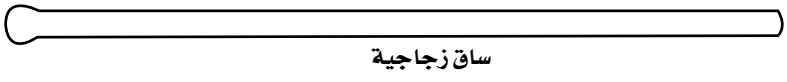
فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار



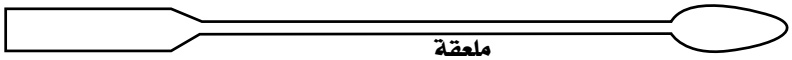
ماسك أنابيب اختبار



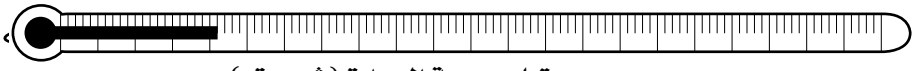
حامل أنابيب اختبار



ساق زجاجية

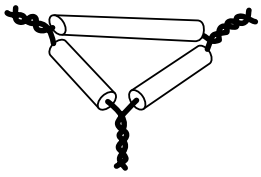


ملعقة



مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)

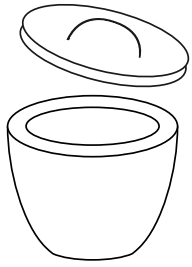
قطّارة



مثلث تسخين

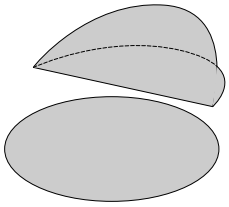
سدادة مطاطية

سدادة من الفلين

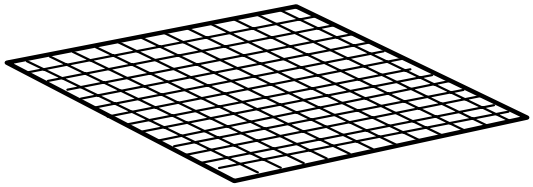


جفنة

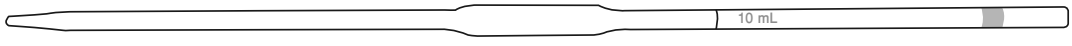
سحاحة



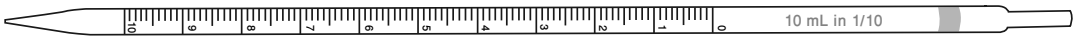
ورق ترشيح



شبكة تسخين

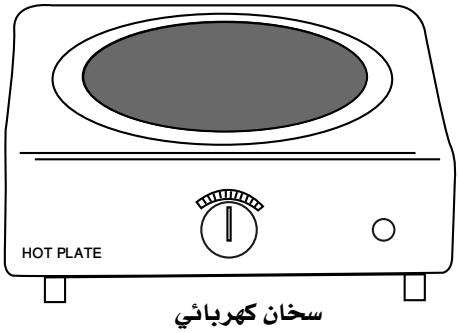


ماصة

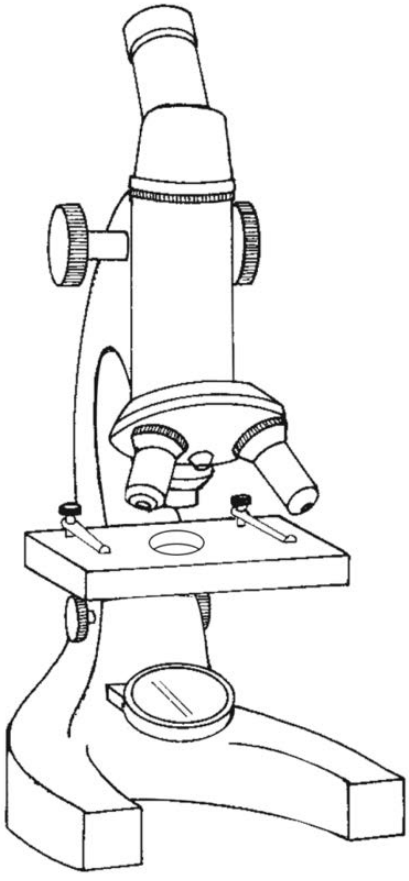


ماصة مدرجة

ميزان رقمي

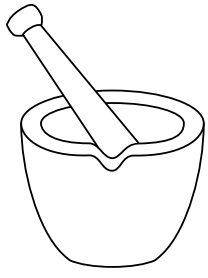


سخان كهربائي

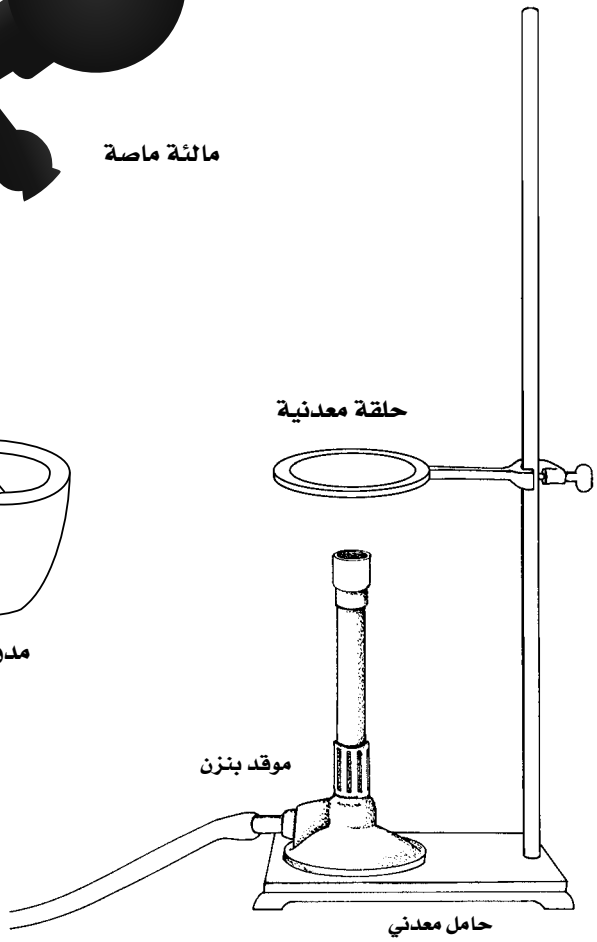


مجهر ضوئي مركب

مالئة ماصة



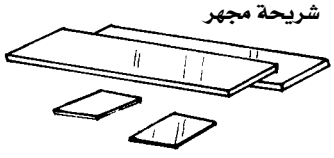
مدق (هاون)



حلقة معدنية

موقد بنزن

حامل معدني



شريحة مجهر

غطاء شريحة

السلامة في المختبر

مختبر الكيمياء مكان للتجريب والتعلم. لذا، عليك أن تتحمل مسؤولية سلامتك الشخصية، وسلامة من يعملون بالقرب منك. الحوادث عادة يسببها الإهمال، إلَّا أنه يمكنك أن تساعد على منعها بالاتباع الدقيق للتعليمات المتضمنة في هذا الدليل، بالإضافة إلى تعليمات معلمك. وفيما يلي بعض قواعد السلامة التي تساعدك على حماية نفسك والآخرين من التعرض للإصابات في المختبر.

1. مختبر الكيمياء مكان للعمل، فلا تقم بأيِّ نشاط دون إذن معلمك. ولا تعمل أبدًا بمفردك في المختبر، بل اعمل فقط عندما يكون معلمك موجودًا.
2. ادرس التجربة قبل مجيئك للمختبر، وإذا كان لديك شك في أيٍّ من خطوات التجربة فاطلب المساعدة من معلمك.
3. يجب ارتداء النظارة الواقية، ولبس معطف المختبر في أيِّ وقتٍ تعمل فيه في المختبر. كما يجب ارتداء القفازات كل مرة تستعمل فيها المواد الكيميائية؛ لأنها تسبب التهيّج، وقد يمتصها الجلد.
4. يجب عدم وضع عدسات لاصقة في المختبر، حتى لو كنت تلبس نظارات واقية؛ فالعدسات تمتص الأبخرة، وتصعب إزالتها في الحالات الطارئة.
5. يجب ربط الشعر الطويل للخلف لتجنب اشتعاله.
6. تجنب لبس الحلي المدلاة، والملابس الفضفاضة. فالملابس الفضفاضة قد تشتعل، كما أنها قد تشتبك بالأدوات المختبرية وكذلك الحلي.
7. البس أحذية مغلقة تغطي القدم تماماً؛ فالأحذية المكشوفة غير مسموح بها في المختبر.
8. اعرف مكان طفاية الحريق، ورشاش الماء، ومغسلة العينين، وبطانية الحريق، وصيدلية الإسعاف الأولي. واعرف أيضاً كيف تستعمل أدوات السلامة المتوافرة.
9. أخبر معلمك فورًا بأيِّ حادث، أو إصابة، أو خطأ في العمل، أو تلف أداة من الأدوات.
10. تعامل مع المواد الكيميائية بحذر، وتفحص بطاقات المعلومات التي على العبوات قبل أخذ أيِّ كميات منها، واقرأها ثلاث مرات: قبل حمل العبوة، وفي أثناء حملها، وإعادتها.
11. لا ترجع المواد الكيميائية الفائضة إلى عبواتها الأصلية.

12. لا تأخذ عبوات المواد الكيميائية إلى مكان عملك إلَّا إذا طُلب إليك ذلك، واستعمل أنابيب اختبار، أو أوراقًا، أو كؤوسًا للحصول على ما يلزمك منها. خذ كميات قليلة فقط؛ لأن الحصول على كمية إضافية أسهل من التخلص من الفائض.

13. لا تدخل القطّارات في عبوات المواد الكيميائية مباشرة. بل اسكب قليلاً منها في كأس.

14. لا تتذوق أو تشم أيَّ مادة كيميائية أبدًا.

15. يُمنع الأكل والشرب والعلكة في المختبر.

16. استعمل مالئة الماصة عند سحب المواد الكيميائية، ولا تسحبها بفمك أبدًا.

17. إذا لامسَتْ مادة كيميائية عينيك أو جلدك فاغسلها مباشرة بكميات وفيرة من الماء، وأخبر معلمك فورًا بطبيعة المادة.

18. احفظ المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن اللهب (الكحول والأسيتون مادتان سريعتا الاشتعال).

19. لا تتعامل مع الغازات السامة والقابلة للاحتراق إلا تحت إشراف معلمك، واستعمل مثل هذه المواد داخل خزانة الغازات.

20. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار كن حذرًا، فلا توجِّه فوهة الأنبوب تجاه جسمك أو تجاه أيّ شخص آخر، ولا تنظر أبدًا في فوهة الأنبوب.

21. توخَّ الحذر، واستعمل أدوات مناسبة عند الإمساك بالزجاج والأجهزة الساخنة. الزجاج الساخن لا يختلف في مظهره عن الزجاج البارد.

22. تخلَّص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يوجهك معلمك.

23. تعرّف الطريقة الصحيحة لتحضير محاليل الأحماض، وأضف دائمًا الحمض ببطء إلى الماء.

24. حافظ على كفَّة الميزان نظيفة، ولا تضع أبدًا المواد الكيميائية في كفَّة الميزان مباشرة.

25. لا تسخن المخابير المدرجة، أو السحاحات، أو الماصات باستعمال اللهب.

26. بعد أن تكمل التجربة نظِّف الأدوات، وأعدها إلى أماكنها، ونظِّف مكان العمل، وتأكد من إغلاق مصادر الغاز والماء، واغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر

رموز السلامة ودلالاتها	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المواد	خطوات التخلص من المواد.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تلق هذه المواد في المغسلة، أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات كما يرشدك معلمك.
المواد البيولوجية	المخلوقات الحية أو المواد الحيوية الأخرى التي قد تكون ضارة بالإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعًا (كمامة) أو قفازات.	أخبر معلمك إذا شككت بملامستك هذه المواد. واغسل يديك جيدًا.
درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد لكونها حارة أو باردة جدًا.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمل واقيًا مناسبًا عند العمل بها.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات، الدبابيس، الأدوات الحادة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأبخرة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأسيتون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة. ولا تستنشق الأبخرة أبدًا، وارتد قناعًا (كمامة).	اترك منطقة الأبخرة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	التأريض غير الصحيح، انسكاب السوائل، التلامس الكهربائي، أسلاك مكشوفة.	تحقق من التوصيلات مع معلمك. وافحص وضع الأسلاك والجهاز.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، وأخبر معلمك فورًا.
المواد المهيّجة	المواد التي يمكن أن تهيج الجلد والأغشية المخاطية في المجرى التنفسي.	غبار اللقاح، كرات العث، الصوف الفولاذ، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعًا (كمامة) واقيًا من الغبار وقفازات. وتصرف بحذر شديد عند تعاملك مع هذه المواد.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
المواد الكيميائية	المود الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين، الأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	امسح المنطقة المتأثرة فورًا بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	المواد التي قد تكون سامة، إذا لمست أو استنشقت، أو ابتلعت.	الزئبق، الكيروسين، برمنجنات البوتاسيوم، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك دائمًا بالماء بعدالإنتهاء من العمل. اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	قد يشعل اللهب المواد الكيميائية القابلة للاشتعال، أو الملابس الفضفاضة، أو الشعر.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم ،الشعر، الملابس.	ابتعد عن أي لهب أو مصدر حراري عند استعمالك المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أخبر معلمك فورًا. واستعمل أدوات السلامة للوقاية من النار إذا لزم الأمر.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبّب حريقًا.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم حول إشعال اللهب وإطفائه.	اغسل يديك دائمًا بعد الاستعمال. واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.

سلامة العين

يجب وارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر دائمًا.

وقاية الملابس

يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبقع الملابس أو تحرقها.

سلامة الحيوانات

يشير هذا الرمز إلى الحفاظ على سلامة الطلبة والحيوانات.

نشاط إشعاعي

يظهر هذا الرمزعندما تستعمل مواد مشعة.

غسل الأيدي

بعد الانتهاء من العمل، اغسل يديك بالماء والصابون قبل رفع النظارات الواقية.

بطاقة السلامة في المختبر

الاسـم : .....

التاريخ : .....

نـــوع التجربة : تجربة استهلالية، تجربة، مختبر الكيمياء

عنوان التجربة : .....

اقرأ التجربة كاملة، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

1. ما الهدف من الاستقصاء؟

.....

.....

.....

2. هل ستعمل مع زميل أو ضمن مجموعة؟ مع زميل ، ضمن مجموعة.

3. هل خطوات العمل من تصميمك الخاص؟ نعم ، لا

4. صف إجراءات السلامة والتحذيرات الإضافية التي يجب أن تتبعها خلال تنفيذك الاستقصاء.

.....

.....

.....

5. هل لديك مشاكل في فهم خطوات العمل أو رموز السلامة في المختبر؟ وضِّح.

.....

.....

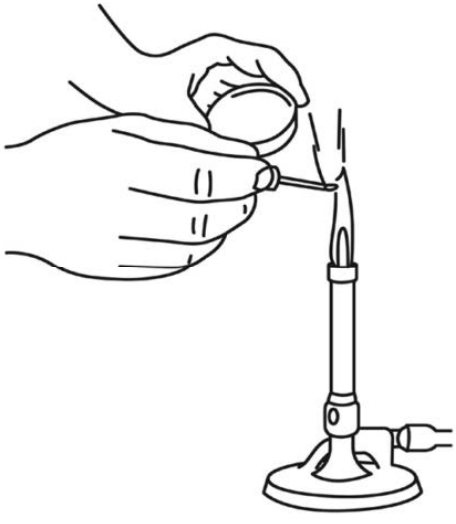
.....

تجربة 1

اختبار اللهب

Flame test

اختبـار اللهب طريقة لتعرُّف عنصـر كيميائي مجهول الهوية، عن طريق لون الضوء الذي ينبعث منه عندما يوضع في اللهب، حيث تعمل الحرارة على إثارة الإلكترونات في الفلز بحيث يرافق ذلك طيف انبعاث مصحوب بلون خاص بالعنصر نفسه.



يمكـن إجراء هذا الاختبار لمعظم العناصر بغمس سـلك من البلاتين أو النيكـروم فـي مُرَكَّـب لهذا العنصر يكون على شـكل مسـحوق أو محلـول. ثم يوضع السـلك في اللهب على موقد بنزن. انظر الشـكل المرافق.

يبعـث العنصـر دائمًـا لهبًـا ثابـت اللـون. فعلى سـبيل المثـال، نجد أن مركبـات الباريـوم تُعطـي لهبًـا أخضر مائـلًا إلى الصُّفـرة. ولهب الكالسـيوم أحمر ضارب إلى البرتقالي. ويبعـث النحاس لونًا أخضر زُمُرديًـا. ولهـب الليثيوم أحمر قانٍ. ولهـب الصوديوم أصفر. ويبعث الإسترانشيوم لهبًا قرمزيًّا. ولون لهب البوتاسيوم بنفسجي.

المشكلة

- كيـف نسـتخدم اختبار اللـهـب للتمييـز بيـن الفلزات المختلفة؟

الأهداف

- **تميـز** الألوان المختلفـة الناتجة عن أملاح الفلزات عند تعرضها للهب.
- **تتعـرف** الفلـز المجهـول فـي أملاحه مستخدمًا اختبار اللهب.

الموادّ والأدوات

سـلك بلاتيـن أو نيكـروم (مـادة بديلـة: أعواد تنظيف الأذن القطنية)
حمض هيدروكلوريك مركز.
محاليـل أمـلاح لـكل مـن: الصوديـوم والبوتاسـيوم والنحـاس والاسترانشـيوم والباريوم والكالسيوم.
موقد بنزن

- **البس النظارات الواقية، وارتدِ معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **لا تستنشق الأبخرة الناتجة عن التفاعلات.**
- **تعامل مع اللهب بحذر.**
- **تخلص من النفايات بحسب إرشادات معلمك.**

ما قبل التجربة

1. اقرأ التجربة كاملة قبل بدء تنفيذها.
2. أشعل اللهب وتأكد من معايرة اللهب بشكل جيد من خلال فتحة الأكسجين في موقد بنزن (يجب أن لا يكون لون اللهب أصفر).
3. قم بتنظيف سلك البلاتين أو النيكروم بغمسه في محلول من حمض الهيدروكلوريك.
4. ضع السلك في منطقة اللهب غير المضيء لموقد بنزن، وحرّك السلك بشكل دائري حتى لا يظهر أي لون.
5. في حالة استخدام أعواد تنظيف الأذن القطنية، حضر كأسًا من الماء لتقوم بإطفاء العود بعد كل اختبار.

خطوات العمل

1. اغمس السلك في حمض الهيدروكلوريك المركز، ثم في محلول كلوريد الصوديوم، وضعه في منطقة اللهب غير المضيء لموقد بنزن. سجل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.
2. كرر الاختبار مع محاليل لمركبات أخرى، مثل كلوريد البوتاسيوم، وكبريتات النحاس، وكلوريد الاسترانشيوم، وكبريتات الباريوم، وكلوريد الكالسيوم بعد أن تنظف السلك كل مرة. سجل لون اللهب الناتج في جدول البيانات.
3. احصل من معلمك على عينة مجهولة لمحلول أحد العناصر، وتعرف نوع العنصر في المحلول.

التخلص من النفايات

1. تخلص من النفايات باتباع إرشادات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها، واترك مكانك نظيفًا.
3. اغسل يديك جيدًا بالصابون قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 2 الكشف عن أيونات الفلزات في محاليلها		
المحاليل	اللون المنبعث	أيون الفلز
كلوريد الصوديوم (NaCl)	.....	Na^{+}
كلوريد البوتاسيوم (KCl)	.....	K^{+}
كبريتات النحاس (CuSO4)	.....	Cu^{2+}
كلوريد الاسترانشيوم (SrCl2)	.....	Sr^{2+}
كبريتات الباريوم (BaSO4)	.....	Ba^{2+}
كلوريد الكالسيوم (CaCl2)	.....	Ca^{2+}
العينة المجهولة	.....	.....

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** لماذا يتم تنظيف سلك الاختبار كل مرة بواسطة حمض الهيدروكلوريك المركز؟

.....

.....

.....

.....

.....

2. **التفكير الناقد** لماذا لا يصلح اختبار اللهب للكشف عن أيونات الفلزات جميعها؟

.....

.....

.....

.....

.....

3. **فسّر** لماذا نرى ألوانًا مختلفة لفلزات مختلفة عند وضعها داخل اللهب؟

.....

.....

.....

.....

4. **تحليل الخطأ** هل كانت الخطوات المتبعة كافية لتحقيق أهداف التجربة؟ حدد بعض مصادر الخطأ في هذه التجربة.

.....

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. يستخدم صانعو المصابيح فلز التنجستن في صنع الفتائل؛ لأنه يتحمل درجات الحرارة العالية دون أن ينصهر. فسر استخدام هذا الفلز في عمليات الإضاءة بدلالة طيف الانبعاث.

2. تحذر الأبحاث العلمية الحديثة من خطر استخدام المصابيح الموفرة للطاقة مقارنة بالمصابيح التقليدية. وضح طبيعة هذه الأخطار، وتأثيرها على الصحة العامة.

تجربة 2

نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته

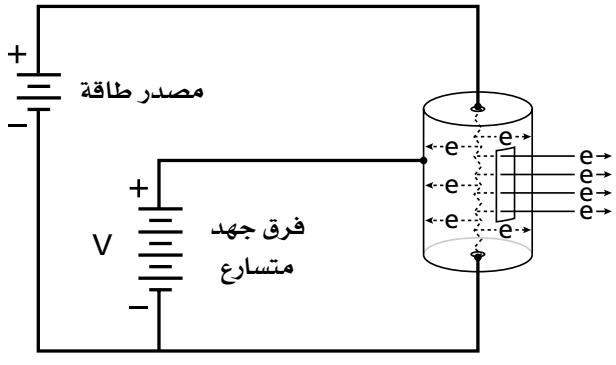
Electron Charge to Mass Ratio

يرمز عادة إلى شحنة الإلكترون وكتلته بالحروف e وm على التوالي. فقد قام العالم طومسون عام 1897م بحساب نسبة e/m للإلكترون وقد مُنح جائزة نوبل عام 1905م بناءً على هذا العمل. وستقوم في هذا النشاط بتتبع خطوات طومسون لحساب نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته.

يتم إنتاج الإلكترونات في الأنبوب الكهرمغناطيسي بوساطة فتيلة ساخنة محفوظة داخل علبة صغيرة، ومحملة بفرق جهد عالٍ كما في **الشكل 1**، حيث تنطلق الإلكترونات من سطح الفتيلة في عملية تعرف بالانبعاث الأيوني الحراري. ، فتتسارع إلكترونات الفتيلة المنبعثة باتجاه العلبة، وتكون سرعة الإلكترونات المارة من خلال الشق عالية وتشكل حزمة إلكترونية، تُسمّى المدفع الإلكتروني.

لا ترى عادة الحزم الإلكترونية بالعين المجردة إلَّا إذا كان الأنبوب الكهرمغناطيسي يحتوي على غاز تحت ضغط منخفض يتأيَّن نتيجة التصادم مع الإلكترونات، وينبعث منه ضوء عند اتحاد الأيونات، إذ يمكن رؤية مسار الحزمة الإلكترونية داخله.

توضع ملفات كهربائية ضخمة، تعرف بملفات هيلمهولتز، حول الأنبوب الكهرمغناطيسي لتنتج مجالًا مغناطيسيًّا متجانسًا عبر الأنبوب بأكمله، تُجبر الإلكترونات المارة على السير في مسار دائري. ويعتمد نصف قطر دائرة المسار على سرعة الإلكترونات وقوة المجال المغناطيسي وكتلة الإلكترونات وشحنتها. تبين المعادلة $1/2mv^2 = eV$ العلاقة بين سرعة الإلكترون v، وكتلته m والذي يتسارع بتأثير فرق الجهد V.



الشكل 1

وتمثل علاقة نصف قطر المسار الدائري للإلكترون الذي (سرعته v)، ويتحرك في مجال مغناطيسي قوته B بالمعادلة التالية:

$$mv^2/r = Bev$$

وبحذف v في المعادلتين، ثم حلهما لإيجاد قيمة (e/m) نحصل على:

$$(e/m) = 2V/(B^2r^2)$$

وتُسمّى هذه المعادلة بمعادلة نسبة e/m، حيث تمثل V فرق جهد مدفع الإلكترونات، وهي قيمة معروفة. وتمثل r نصف قطر المسار الدائري لحزمة الإلكترونات والتي يمكن قياسها. ولذا، إذا كانت قيمة B (قوة المجال المغناطيسي) معروفة، يمكن حساب قيمة e/m. ولحسن الحظ، يمكن معرفة المجال المغناطيسي لزوج من ملفات هيلمهولتز، وفي الواقع فإن قيمة المجال المغناطيسي B "بالتيسلا" (Tesla) تتناسب طرديًّا مع التيار(I)، بالأمبير، المار من خلال الملفات وتمثل بالمعادلة:

$$B = kI$$

حيث k هي ثابت يعتمد على الملف المستعمل. ويعبر عن قيمة k لملف نصف قطره R وعدد دوراته N في كل ملف، بالمعادلة التالية:

$$K = (9.0 \times 10^{-7})\ (N/R)$$

المشكلة

ما نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته (نسبة e/m)؟

الهدف

- **حَدِّد** نسبة شحنة الإلكترون e^- إلى كتلته m.

الموادّ والأدوات

أنبوب كهرمغناطيسي ومصدر للطاقة
ملفات هيلمهولتز ومصدر للطاقة
أميتر
فولتميتر
أسلاك توصيل

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **قد لا تبدو الأشياء الساخنة أنها ساخنة.**

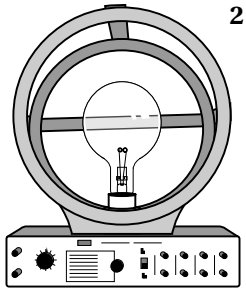
ما قبل التجربة

1. ما معادلة نسبة الشحنة إلى الكتلة (e/m) بدلالة فرق الجهد (V)، والتيار (I) والثابت (K)، ونصف قطر حركة الإلكترون (r)، ونصف قطر الملف (R)، وعدد دورات الملف (N)؟ استخدم هذه المعادلة وحقيقة كون نسبة e/m ثابتة للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 4.
2. إذا زادت قيمة فرق الجهد لمدفع الإلكترونات، فهل يزداد نصف قطر الحزمة الإلكترونية أم ينقص، أم يبقى ثابتًا؟
3. إذا تضاعف عدد دورات ملف هيلمهولتز (R)، فكيف سيتغير نصف قطر الحزمة الإلكترونية (r)؟
4. إذا ازداد التيار (I) المار خلال ملف هيلمهولتز، فهل يزداد نصف قطر الحزمة الإلكترونية أم ينقص أم يبقى ثابتاً؟

خطوات العمل

1. قس قطر أحد ملفات هيلمهولتز، وقسِّم القطر على 2، للحصول على قيمة نصف القطر، ثم سَجَّل نصف القطر بالأمتار في **جدول البيانات 1**. على أن يكون عدد الدورات N مكتوبًا على الملف، وسجِّل العدد N في **جدول البيانات 1**. احسب الثابت k باستخدام المعادلة المعطاة في المقدمة، وسجِّل القيمة في **جدول البيانات 1**.
2. ركِّب جهاز الأنبوب الكهرمغناطيسي الموضح في **الشكل 1**، والذي يُقدم رسمًا عامًّا للتركيب، ولكن قد تختلف التفاصيل اعتمادًا على المعدات المستخدمة. لاتشغِّل الجهاز حتى يزوِّدك المعلم بالتفاصيل الضرورية.
3. ركِّب ملفات هيلمهولتز حول الأنبوب الكهرمغناطيسي، حسب إرشادات المعلم و**الشكل 2**، ثم شغِّل الجهاز.

الشكل 2



4. اضبط تيار الفتيلة وفولتيتها على القيم الموصى بها (كما يزوِّدك بها المعلم)، واترك الفتيلة تسخن عدة دقائق. وعندما يصبح شعاع الإلكترونات قويًّا وثابتًا، اجعل الغرفة معتمة.
5. اضبط جهد التسارع (V) إلى 70 volts تقريبًا، وربما تستعمل بعض نماذج الأنابيب الكهرومغناطيسية قيم تشغيل مختلفة عن القيم المعطاة هنا، ولكن يبقى مبدأ العمل نفسه. اضبط التيار في ملفات هيلمهولتز على أن تدور الحزمة الإلكترونية في دائرة نصف قطرها 0.04m (4cm). قم بِتعديل الملفات المختلفة لهيلمهولتز لإنتاج دوائر مختلفة الحجم، واختر نصف قطر مناسب لمعداتك، حيث تتنوع طرق تثبيت نصف قطر الحزمة

الإلكترونيـة اعتمـادًا علـى المعـدات. ارجـع إلـى معلمك ليـزوِّدك بأية معلومـات إضافية. وسجِّل جهد التسارع وتيار هيلمهولتز ونصف قطر حزمة الإلكترون في **جدول البيانات 2**.

6. كـرِّر الخطـوة 5 بتغييـر جهـود التسـارع علـى فتـرات مقدارهـا 5 volts إلـى أن تصـل إلـى 100 volts، وحافـظ علـى نصـف قطـر دائـرة الحزمـة الإلكترونيـة المنبعثـة واضبـط تيـار الملف وفقًا لذلك.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد أدوات المختبر جميعها إلى مكانها.

2. دع مكان عملك نظيفًا.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
R نصف قطر ملف هيلمهولتز (m)	N عدد الدورات في الملف	K

جدول البيانات 2		
V جهد التسارع (V)	I تيار ملفات هيلمهولتز (A)	r نصف قطر مسار الحزمة الإلكترونية (m)

التحليل والاستنتاج

1. القياس واستخدام الأرقام أُنقل قيم جهود التسارع الواردة في **جدول البيانات 2** إلى **جدول البيانات 3**، واحسب القيم المناظرة لقيم r^2، باستخدام قيم أنصاف أقطار مسار الحزمة الإلكترونية (r) من **جدول البيانات 2**، وأدخلها في **جدول البيانات 3**.

2. **القياس واستخدام الأرقام** احسب قيم شدة المجال المغناطيسي (B) وأدخلها في **جدول البيانات 3** باستخدام قيم تيار ملفات هيلمهولتز (I) من **جدول البيانات 2** وقيمة k من **جدول البيانات 1** والمعادلة ($B=kI$) ، ثم احسب مربع شدة المجال (B^2) وأدخل القيم في **جدول البيانات 3** أيضًا.

3. **القياس واستخدام الأرقام** احسب نسب e/m اللازمة لإكمال **جدول البيانات 3** باستخدام القيم في **جدول البيانات 3** والمعادلة ($e/m=2V/B^2r^2$).

جدول البيانات 3

V **جهد التسارع** (v)	B **شدة المجال المغناطيسي** (Tesla)	B^2 **مربع شدة مجال المغناطيسي** ($Tesla^2$)	r^2 **مربع نصف قطر مسار أشعة الإلكترونات** (m^2)	e/m **نسبة** (C/kg)

4. **القياس واستخدام الأرقام** احسب متوسط قيم نسبة e/m من نتائج **جدول البيانات 3**. ولاحظ أن وحدات e/m هي كولوم لكل كيلوجرام (C/ kg). .....

5. **التفكير الناقد** قارن بين قيمة e/m التي حصلت عليها والقيمة المقبولة $1.76\times10^{11}C/kg$. وفسّر أي اختلافات بين القيمتين. .....

6. **تحليل الخطأ** استخدم الاختلافات في قيم e/m في **جدول البيانات 3** لتقدير الشك الإحصائي المرتبط بمتوسط القيمة لنسبة e/m. .....

1. الاسم الآخر للحزمة الإلكترونية هو أشعة الكاثود (أشعة المهبط). وتستخدم أنابيب أشعة الكاثود (CRT) كثيرًا في شاشات الفيديو والتلفاز؛ إذ تقذف الإلكترونات من قاذف أو مدفع الإلكترونات إلى شاشة مغطاة بموادّ تُشع ألوانًا مختلفةً عندما تصطدم بها الإلكترونات. ويتعين أن تصطدم الحزم الإلكترونية بمناطق مختلفة في الشاشة، وفي أوقات وترددات مختلفة لتتشكّل صورة واضحة. اعتمادًا على الخبرة المكتسبة في هذه التجربة، تُرَى ما القوة التي تعتقد أنها تسبب انحراف حزمة الإلكترونات؟
2. يوجد قاذف الإلكترونات (CRT) الذي تم استخدامه في أنابيب أشعة الكاثود (المهبط) في وسط الشاشة من الخلف. تنحرف الأشعة بدقة للوصول إلى نقاط محددة على الشاشة. لماذا يستمر تأثير أنابيب أشعة الكاثود للشاشات الكبيرة فترة أطول من تأثير أنابيب أشعة الكاثود للشاشات الصغيرة؟

تجربة 3

خواص الجدول الدوري للعناصر

Properties of the Periodic Table

ينظم الجدول الدوري الكثير من المعلومات التي تتعلق بالخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر، بطريقة يمكن من خلالها تحديد أنماط التغير في الخواص وأهم العلاقات بين هذه العناصر. ستتعرّف في هذا النشاط عددًا من العناصر اعتمادًا على خواصها وخواص العناصر المحيطة بها في الجدول الدوري.

المشكلة

ما أهم العلاقات والأنماط بين العناصر في الجدول الدوري؟

الأهداف

- **تصمم** نسخة مبسطة من الجدول الدوري.
- **تحدد** أنماط التدرج في خواص العناصر الموجودة في المجموعة نفسها وعلاقاتها.
- **تحدد** أنماط التدرج في خواص العناصر الموجودة في الدورة نفسها وعلاقاتها.

الموادّ والأدوات

بطاقات الفهرسة (عدد 18).
مخطط للجدول الدوري يبين رموز العناصر الكيميائية فقط.

ما قبل التجربة

1. أي الخاصيتين الآتيتين تحدد خواص العنصر الكيميائي: العدد الذري أم الكتلة الذرية؟ اشرح كيف تميّز هذه الخاصية كل ذرة بشكل فريد؟
2. صف الخواص العامة لكل من الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات.
3. اقرأ التجربة كاملة، وطور فرضية تتعلق بأهم الخواص المفيدة في تحديد المجموعة التي ينتمي إليها عنصر غير معروف. وطوّر فرضية أخرى تتعلق بأهم الخواص المفيدة في تحديد تسلسل العناصر في مجموعة ما. ثمّ طور فرضية ثالثة تتعلق بأهم الخواص المفيدة في تحديد الدورة التي ينتمي إليها عنصر غير معروف. وسجل الفرضيات في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

1. اكتب الخواص الكيميائية والفيزيائية على بطاقات فهرسة منفصلة. وتأكد من تسجيل الحرف الصحيح لكل عنصر مجهول على بطاقات الفهرسة. لقد استخدمت الاختصارات الآتية في **جدول بيانات1**: جهد التأين= IP، درجة الغليان = BP ، درجة الانصهار= MP.
2. ابدأ تجميع البطاقات التي تشترك في الخواص الكيميائية على أن تحصل على ثماني مجموعات.
3. رتب بطاقات الفهرسة التي تنتمي إلى المجموعة نفسها على شكل عمود استنادًا إلى خواصها الفيزيائية.
4. رتب المجموعات من اليسار إلى اليمين استنادًا إلى تدرج الخواص الكيميائية والفيزيائية.
5. سجّل حرف كل بطاقة فهرسة في جدول **البيانات 2** في موقعها استنادًا إلى ترتيب البطاقات في الخطوة 4.

جدول البيانات 1		
العنصر المجهول	الخواص الفيزيائية	الخواص الكيميائية
A	غاز أحادي الذرة عديم اللون، كثافته أقل من كثافة الهواء. IP= 24.6 eV; BP=-272 ˚C; MP= -269 ˚C	لا يتفاعل
B	غاز أحادي الذرة، عديم اللون، كثافته مشابهة لكثافة الهواء. IP=21.6eV; BP= -249 ˚C; MP=-246˚C	لا يتفاعل
C	غاز أحادي الذرة، عديم اللون، كثافته أكبر من كثافة الهواء. IP=15.8eV; MP=-189˚C; BP=-186 ˚C	لا يتفاعل
D	IP= 10.5 eV; MP = 44˚C; BP= 280 ˚C	يكوّن عدة أكاسيد مختلفة.
E	موصل للحرارة والكهرباء في حالة الصلابة الهشة واللون الأسود، وغير موصل وهو في حالة الصلابة العالية والشكل البلوري. IP= 11.3 eV; MP= 3652 ˚C	يتفاعل مع الأكسجين ويكون أول وثاني الأكسيد ورباعي الهاليد.
F	غاز ثنائي الذرة، ذو لون أصفر باهت. IP= 17.4 eV; MP= -220˚C; ; BP= 188˚C	يكون مركبات ثنائية مع معظم الفلزات وجميع أشباه الموصلات.
G	غاز ثنائي الذرة عديم اللون، كثافته أقل من كثافة الهواء. IP= 13.6 eV; MP= -259˚C ; BP= -253˚C	يتفاعل مع الأكسجين بشدة.
H	غاز ثنائي الذرة، ذو لون مخضر. IP= 13.0 eV; ، MP= -101˚C ; BP=-35˚C	يكوّن مركبات ثنائية مع معظم الفلزات وكل أشباه الموصلات.
I	غاز ثنائي الذرة وعديم اللون، لا ينجذب إلى المغناطيس وهو في الحالة السائلة أو الصلبة، وكثافته قريبة من كثافة الهواء. IP= 14.5 eV; MP=-210˚C; BP= -196˚C	يطفئ الشظية المشتعلة ويكوّن العديد من الأكاسيد.
J	IP= 9.3 eV; MP= 1278˚C; BP= 2970˚C	يكوّن أول أكسيد عندما يتفاعل مع الأكسجين.
K	IP= 6.0 eV; MP= 660˚C; BP= 2467˚C	يكوّن ثلاثي الهاليد.
L	مادة صلبة صفراء، رديئة التوصيل للكهرباء والحرارة. IP= 10.4 eV; MP= 113˚C; BP= 445˚C	تتفاعل مع الأكسجين ليكوّن مركب ثنائي الهيدروجين.
M	غاز عديم اللون، ينجذب إلى المغناطيس وهو في الحالة السائلة والصلبة، كثافته قريبة من كثافة الهواء. IP= 13.6 eV; MP= -218˚C; BP= -183˚C	يزيد لهب الشظية المشتعلة، كما يجعل سلك المواعين الساخن المتوهج يلتهب أيضًا مكونًا مركبًا برتقالي اللون عند التفاعل مع الحديد، ويكون مركبًا ثنائي الهيدروجين.
N	IP= 8.2 eV; MP= 1410˚C; BP= 2355˚C شبه موصل	يكوّن رباعي الهاليد وثنائي الأكسيد.
O	مظهره فلزي، قابل للطرق والسحب، موصل للكهرباء والحرارة IP= 7.7 eV; MP= 650˚C; 1090˚C	يشتعل بتوهج بوجود الأكسجين مكونًا مسحوقًا أبيض، كما يتفاعل مع الأحماض منتجًا غاز الهيدروجين، ويكوّن أول الأكسيد عند احتراقه مع الأكسجين.
P	مظهره فلزي، قابل للطرق والسحب، IP= 5.1 eV; MP= 98˚C; BP= 88˚C	يتفاعل فورًا مع الهواء، كما يكوّن أيونات في الماء لحظيًا.
Q	مظهره فلزي، قابل للطرق والسحب. IP= 5.4 eV; MP= 181˚C; BP= 1342˚C	يتفاعل بسرعة مع الهواء ويكون أيونات عند إذابته في الماء.
R	IP= 8.3eV; MP= 2079˚C; BP= 2550˚C شبه موصل	يكوّن ثلاثي الهاليد.

الفرضية

.....

.....

.....

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 2							
1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A

التحليل والاستنتاج

1. **اكتب** وصفًا للخواص التي استُعملت لتصنيف العناصر في كل مجموعة.

.....

.....

2. **تحليل المعلومات** أيّ الخواص تزداد كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة، وأيها يقل؟

.....

.....

3. **تحليل المعلومات** هل هناك مجموعات تختلف عن أنماط المجموعات المبينة في السؤال رقم 2؟ اشرح الأسباب المحتملة لهذه الحالات المختلفة.

.....

.....

4. **التفكيـر الناقـد** ما الخواص الأخـرى للعناصر التي يمكـن أن تكون مفيدة في تصميـم الجدول الدوري للعناصر؟

.....

.....

5. **استخلاص النتائج** لخِّص ما تعلمته حول تنظيم الجدول الدوري. ما مدى صحة فرضياتك؟

.....

.....

6. **تحليـل الخطـأ** حـوّل حـروف العناصر المجهولـة (من A إلى R) التي اسـتخدمت في **جـدول البيانات 2** إلـى رموزهـا الكيميائية الحقيقية باسـتعمال مفتاح تعرّف العناصـر الذي يقدمه المعلـم. ورتّب الخواص الكيميائية الفعلية في **جدول البيانات 3**. ثم قارن بين ترتيب **جدول البيانات 3** والجدول الدوري. ما مقدار التطابق بين الجدول الدوري الذي أعددته والجدول الدوري الحقيقي؟ أكمل **جدول البيانات 4**.

جدول البيانات 3

1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A

جدول البيانات 4

عدد العناصر في المجموعة الصحيحة	
عدد العناصر في المجموعة غير الصحيحة	
النسبة المئوية لعناصر المجموعة الصحيحة (اقسم عدد العناصر في المجموعات الصحيحة على 18، ثم اضرب الناتج في 100)	
عدد العناصر في الموقع الصحيح	
عدد العناصر في الموقع الخطأ	
النسبة المئوية للعناصر في الموقع الصحيح (اقسم عدد العناصر في الموقع الصحيح على 18 ثم اضرب الناتج في 100)	

1. تحتـاج طرائـق فصل المـواد كيميائيًـا إلى طاقة كبيـرة، فلماذا تعد عملية إعادة تدوير الألومنيوم ذات جدوى؟

2. الأكسـجين عنصـر ضـروري فـي الكثيـر مـن العمليـات؛ فعلـى سـبيل المثـال، يعتمد مكوك الفضـاء علـى الأكسـجين السـائل لتشـغيل محركاتـه للوصـول إلـى مداره حـول الأرض. يحتوي الهواء على الأكسجين O_2 والنيتروجين N_2 والعديـد من الغازات الأخـرى. فهل يمكن فصـل عنصـر الأكسـجين مـن الهـواء بطرائـق تعتمـد علـى الخـواص الفيزيائية فقط؟ اشـرح كيـف يمكن لاختـلاف درجات غليـان كل من الأكسـجين والنيتروجين المسـاعدة على فصل هذين الغازين أحدهما عن الآخر؟

تجربة 4

تدرج خواص العناصر في الجدول الدوري

Periodic Trends in the Periodic Table

ينظم الجدول الدوري العناصر في مجموعات. تظهر من خلالها خواص كل عنصر فيها ويمكن استخدامها في توقع خواص غير معلومة لعناصر أخرى تقع في المجموعة نفسها. ستتوقع من خلال هذا النشاط خواص عناصر الجدول الدوري اعتمادًا على أنماطها الدورية.

المشكلة

ما دقة توقع الخواص من خلال استعمال معلومات التدرج في أنماط خواص العناصر في الجدول الدوري؟

الأهداف

- **تتعرّف** أنماط التدرج في خواص العناصر في المجموعة نفسها.
- **تستخلص النتائج** حول دقة توقع الخواص الكيميائية باستعمال أنماط التدرج في الخواص.

الموادّ والأدوات

20 بطاقة فهرسة (بطاقة تعريف) يكتب على كل منها خواص عنصر واحد على أن يكون منها: درجة الانصهار، وطاقة التأين والكهرسالبية.
مواد مرجعية مع القيم التجريبية لدرجة الانصهار، وطاقة التأين، والكهرسالبية للعناصر من 36 – 31.

ما قبل التجربة

1. ما نمط التدرج في طاقة التأين لعناصر الجدول الدوري؟
2. ما نمط التدرج في الكهرسالبية لعناصر الجدول الدوري؟
3. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية لأفضل طريقة يمكن من خلالها التأكد من الخواص المعروفة لكل من Ca و K. كون فرضية أخرى لأفضل طريقة يمكن من خلالها توقع خواص العناصر من 36 – 31، ثم سجل فرضياتك في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

1. رتب بطاقات الفهرسة للعناصر في كل مجموعة تصاعديًّا حسب الدورة.
2. توقع خواص كل من K و Ca باستعمال الطريقة 1، وسجِّل النتائج في **جدول البيانات 1**.
3. توقع خواص كل من K و Ca باستعمال الطريقة 2، وسجل النتائج في **جدول البيانات 2**.

4. سجِّل القيم الخاصة بكل من K و Ca في **جدول البيانات 3** باستخدام مرجع مناسب، مثل الكتاب، وسجِّل أيضًا القيم المتوقعة لكل من K و Ca الموجودة في جداول البيانات (1و2) في الجدول3، وقارن بين الطريقتين (1 و 2) من حيث الدقة في توقع الخواص لكل من Caو K. ثم حدد الطريقة المناسبة لاستخدامها في توقع كل خاصية.

5. استخدم أفضل طريقة تراها مناسبة (1 أو 2) للتنبؤ بخواص كل عنصر من 36– 31 في المجموعات من 3A إلى 7A، ودوّن القيم التي تتوقعها في **جدول البيانات 4**.

6. باستخدام مرجع مناسب حدد القيمة المعروفة للخاصية المشار إليها ودوِّنها في **جدول البيانات 4**.

الطريقة 1 : استخدام عناصر الدورة في الجدول الدوري

أكمل الخطوات الآتية باستخدام عناصر موجودة في المجموعة نفسها التي تحتوي على البوتاسيوم. وتجدر الإشارة هنا إلى أن مصطلح (قيمة الخاصية) تشير إلى درجة الانصهار، أو طاقة التأين أو الكهرسالبية للعنصر. دوّن نتائجك في **جدول البيانات 1**.

1a. اضرب قيمة خاصية العنصر في الدورة الثالثة من الجدول الدوري في العدد 1.35 لإعداد قيم جديدة.

1b. اضرب قيمة خاصية العنصر في الدورة الثانية من الجدول الدوري في 0.35 لإعداد قيم جديدة.

1c. توقع قيمة خاصية العنصر في الدورة الرابعة بوساطة طرح قيم الخواص (1c = 1a−1b). (وهذه هي قيمة الخاصية المتوقعة باستخدام طريقة تناسب الكتلة الذرية).

1d. كرر الخطوات من 1a إلى 1c للتنبؤ بقيم كل من درجة الانصهار، وطاقة التأين والكهرسالبية.

1e. كرر الخطوات من 1a إلى 1d باستخدام عناصر في المجموعة نفسها تنتمي إليها الكالسيوم.

الطريقة 2 : استخدام تناسب العدد الذري

أكمل الخطوات الآتية باستخدام العناصر في مجموعة البوتاسيوم. وتجدر الإشارة هنا إلى أن مصطلح "قيمة الخاصية" يشير إلى درجة الانصهار، أو طاقة التأين أو الكهرسالبية. دوّن نتائجك في **جدول البيانات 2**.

2a. اطرح العدد الذري للعنصر في الدورة 2 من العدد الذري للعنصر في الدورة 3.

2b. اطرح قيمة الخاصية للعنصر في الدورة 2 من قيمة الخاصية نفسها للعنصر في الدورة 3.

2c. اطرح العدد الذري للعنصر في الدورة 3 من العدد الذري للعنصر في الدورة 4.

2d. اضرب القيمة المحسوبة في الخطوة 2b في القيمة نفسها في الخطوة 2c، ثمّ اقسم الناتج على القيمة نفسها في الخطوة 2a.

2e. اجمع الناتج من الخطوة 2d إلى قيمة الخاصية للعنصر في الدورة 3 (وهذه هي القيمة المتوقعة باستخدام طريقة العدد الذري).

2f. كرّر الخطوات من 2a الى 2e حتى تكمل القيم المتوقعة لدرجة الانصهار، وطاقة التأين والكهرسالبية.

2g. كرّر الخطوات من 2a إلى 2f مستخدمًا عناصر في مجموعة الكالسيوم نفسها.

الفرضية

.....

.....

.....

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1 (الطريقة 1)

	درجة الانصهار	طاقة التأين	الكهرسالبية	درجة الانصهار	طاقة التأين	الكهرسالبية
	البوتاسيوم K			الكالسيوم Ca		
1a. قيمة الخاصية لعنصر الدورة 3 × 1.35						
1b. قيمة الخاصية لعنصر الدورة 2 × 0.35						
1c. القيمة المتوقعة = قيمة الخاصية 1a – قيمة الخاصية 1b						

جدول البيانات 2 (الطريقة 2)

	درجة الانصهار	طاقة التأين	الكهرسالبية	درجة الانصهار	طاقة التأين	الكهرسالبية
	البوتاسيوم K			الكالسيوم Ca		
2a. العدد الذري لعنصر من الدورة 3 – العدد الذري لعنصر من الدورة 2						
2b. قيمة الخاصية لعنصر من الدورة 3 – قيمة الخاصية لعنصر من الدورة 2						
2c. العدد الذري لعنصر من الدورة 4 – العدد الذري لعنصر من الدورة 3						
2d. (قيمة الخطوة 2b × قيمة الخطوة 2c)/قيمة الخطوة 2a						
2e. القيمة المتوقعة للخاصية = قيمة الخاصية لعنصر الدورة 3 + القيمة في الخطوة 2d						

جدول البيانات 3 : تحديد أفضل طريقة لكل خاصية						
	درجة الانصهار (°C)		طاقة التأين (kcal/mol)		الكهرسالبية	
	K	Ca	K	Ca	K	Ca
القيمة بالطريقة 1						
القيمة بالطريقة 2						
القيمة المعلومة						
أفضل طريقة						

جدول البيانات 4 : القيم المتوقعة لخاصية عناصر الدورة 4، المجموعات 3A إلى 7A				
العدد الذري	الخاصية	أفضل طريقة مستعملة	القيمة المحسوبة	القيمة المعلومة
31	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			
32	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			
33	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			
34	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			
35	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			
36	طاقة التأين			
	الكهرسالبية			
	درجة الانصهار			

التحليل والاستنتاج

1. **قارن** أي طريقة أفضل لتوقُّع درجة انصهار عناصر المجموعتين 1 و 2؟

.....

.....

2. **قارن** أي طريقة أفضل لتوقع طاقة تأين عناصر المجموعتين 1 و 2؟

.....

.....

3. **قارن** أي طريقة أفضل لتوقع الكهرسالبية لعناصر المجموعتين 1 و 2؟

.....

.....

4. **التفكير الناقد** ما الأسباب التي أدت إلى عدم الدقة في البيانات التي تم ملاحظتها؟

.....

.....

5. **التفكير الناقد** بعد إنهاء التوقعات للعناصر 36 – 31، تُرى أي الطرائق أفضل لاستعمالها مع أكثر من مجموعة؟ فسر إجابتك.

.....

.....

6. **التفكير الناقد** هل تعتقد أن استخدام النماذج البسيطة يمكّنك من توقع الخواص غير المعروفة بصورة صحيحة؟

.....

.....

7. **تحليل الخطأ** هل اخترت أفضل طريقة لتوقع خواص Ca و K من خلال الفرضيات التي كونتها قبل البدء في العمل؟ وهل اخترت أفضل طريقة لتوقع خواص العناصر 36 – 31؟ وهل كانت هناك طريقة أفضل لكليهما؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشتمل الجدول الدوري عام 1960م على 102 عنصر من العناصر المعروفة في ذلك الوقت، وقد أُنجز منذ ذلك الوقت العديد من الأبحاث في المجال النووي. وبحلول عام 1997م أصبح هناك 112 عنصرًا معروفًا في الجدول الدوري. تُرى ما سبب الزيادة في عدد العناصر؟

2. ما الخاصية المميزة للعناصر العشرة بدءًا بالعنصر 103 فما فوقه، التي تفيد في تحديد المكان الصحيح للعنصر في الجدول الدوري؟

تجربة 5

خواص المركبات الأيونية

Properties of Ionic Compounds

أي أجزاء جسم الإنسان يعدّ مركبات أيونية؟ هل هي تلك المكونة للجلد، أم المكونة للشعر؟ يتكون معظم جسم الإنسان في الواقع من مواد غير أيونية. ولكننا لن نستطيع الحياة دون وجود بعض المركبات الأيونية في أجسامنا، ومنها كلوريد الصوديوم كيف تستطيع التمييز بين المركبات الأيونية والأنواع الأخرى من المركبات؟ ستقوم بدراسة كلوريد الصوديوم؛ لاستكشاف بعض الخواص الشائعة للمركبات الأيونية.

المشكلة

ما الخواص الشائعة للمركبات الأيونية؟

الأهداف

- **تلاحظ** الشكل البلوري لمركب NaCl.
- **تقارن** بين المركبات الأيونية وغير الأيونية.
- **تفسر** اختلاف خاصية التوصيل للمركبات الأيونية في الحالات المختلفة.

الموادّ والأدوات

بلورات NaCl
بلورات ناعمة من LiCl
سكر
مطرقة
جهاز الرؤية المجسّمة، أو مجهر، أو عدسة يدوية مكبرة.
بوتقة
لهب بنزن
حامل حلقي ومشبك
شبك معدني
جهاز فحص التوصيل الكهربائي
كأس سعتها 100 mL
مثلث خزفي
ماء مقطر

احتياطات السلامة

- **ضع النظارة الواقية، والبس معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **قد لا تبدو الأجسام ساخنة، لذا توخّ الحذر عند التعامل مع المواد التي سُخنت.**
- **لا تلمس أيّ مادة كيميائية في المختبر أو تتذوقها أو تشمها.**
- **لا تلمس قطبيْ جهاز فحص التوصيل الكهربائي معًا، حيث يمكن أن تحدث لك صدمة كهربائية.**

ما قبل التجربة

1. عرّف طاقة الشبكة البلورية.
2. اشرح، ما القوى التي يجب التغلب عليها لصهر مادة ما؟
3. صف الخاصية الضرورية لمادة ما لتكون موصلة للكهرباء.
4. اقرأ التجربة كاملة، وكوِّن فرضية حول قدرة الماء المقطر على توصيل الكهرباء، ثم دوّن فرضيتك في المكان المخصص لذلك.
5. عرِّف المحلول الإلكتروليتي، وأعط مثالاً عليه.

خطوات العمل

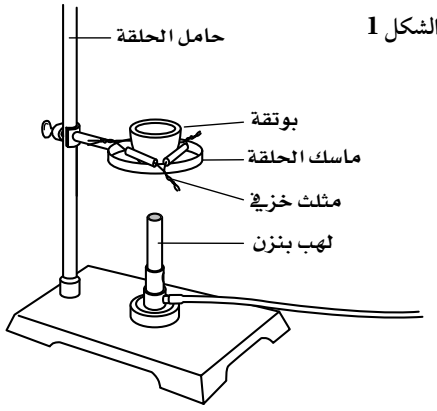
الجزء A: تركيب الشبكة البلورية

1. استعمل جهاز الرؤية المجسّمة، أو المجهر، أو العدسة المكبرة لملاحظة كل من الملح الناعم والخشن، ودون ملاحظاتك في جدول البيانات.
2. اطرق البلورات الخشنة برفق بواسطة مطرقة حتى تتفتت، ولاحظ شكل البلورات الناتجة عن ذلك، ودوّن ملاحظاتك.

الجزء B: درجة الانصهار

1. ركّب الجهاز كما في **الشكل 1**.

الشكل 1



2. ضع كمية قليلة من الملح NaCl، بمقدار حبة البازلاء، في البوتقة وسخنه على لهب هادئ مدة دقيقتين أو حتى ينصهر الملح، فإذا انصهر خلال دقيقتين فسجل "درجة انصهار منخفضة". أما إذا لم ينصهر الملح خلال دقيقتين فسجل "درجة انصهار مرتفعة".
3. كرر الخطوة 2 داخل خزانة الأبخرة، مستخدمًا الجهاز نفسه في **الشكل1**، ولكن باستعمال السكر. (لاحظ أن السكر مركب غير أيوني مثل معظم المركبات في المخلوقات الحية). تأكد أن شدة اللهب المستخدمة في الخطوة 2 هي نفسها.

الجزء C: التوصيل الكهربي

الحالة الصلبة

1. ضع كمية صغيرة من NaCl بحجم ثلاث حبات من البازلاء على ورقة، وأدخل قطبْي جهاز فحص التوصيل الكهربائي فيها، وسجل النتائج.

الحالة السائلة

2. ضـع 50 mL من المـاء المقطر في كأس نظيفة سـعتها 100 mL. وتذكر أن NaCl، مثل معظم الموادّ الأيونية، يذوب بسهولة في الماء.

3. بعـد التأكد مـن تنظيف قطبي جهـاز التوصيل الكهربائي، ضعهما في الماء المقطر، وسـجل النتائج في جدول البيانات.

4. أَذِب كميـة NaCl بالمـاء المقطـر. إن الذوبان فـي المـاء خاصية أخـرى تظهرهـا المركبات الأيونية. ضع قطبي جهاز التوصيل الكهربائي في المحلول الملحي، ودوّن النتائج.

5. كـرر الخطـوة 3 باسـتعمال كمية مسـاوية من السكر (لاحظ أن بعض المركبات غير الأيونية تذوب في الماء وأن العديد منها لا يذوب).

المصهور

6. أعد الجهاز كما في **الشكل 1**.

7. ضـع ما يعـادل 1g تقريبًـا من كلوريـد الليثيوم LiCl – أحـد المركبـات الأيونيـة المعروفـة الأخـرى– في بوتقة نظيفـة وجافة. (إن درجة انصهـار NaCl عاليـة ولا يمكـن ملاحظتهـا باستعمال أدوات مختبر مدرسي).

8. ضـع قطبي جهاز التوصيل الكهربائي في LiCl الصلب قبل التسخين، ودوّن ملاحظاتك.

9. ضع البوتقة فوق المثلث الخزفي وسخّن LiCl حتى ينصهر، وقد يستغرق ذلك بضع دقائق.

10. أغلـق اللهـب بسـرعة، وضـع قطبـي جهـاز التوصيل الكهربائي في مصهور LiCl، ثم دوّن ملاحظاتك.

11. ارفع قطبي جهـاز التوصيل الكهربائي، واترك الأسلاك حتى تبرد، ثم نظف أقطاب التوصيل.

تحذير: لا تلمس البوتقة إلا بعد أن تبرد بعشر دقائق.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. اتبـع إرشـادات المعلم للتخلص مـن كلوريد الليثيوم LiCl.

2. اترك الميزان كما وجدته.

3. تأكـد أن لهـب بنـزن والحامـل بـاردان قبـل إزاحتهما.

4. أرجع الأدوات إلـى أماكنهـا، متوخيًا الحذر، وتخلـص مـن النفايات بوضعها فـي صندوق المهملات.

البيانات والملاحظات

الجزء A: الشبكة البلورية

الملاحظات حول بلورات NaCl الناعمة والخشنة	
الملاحظات حول قطع NaCl بعد تفتيت بلورات الملح الخشنة	

الجزء B: درجة الانصهار

الملاحظات حول درجة انصهار NaCl (درجة انصهار عالية أم منخفضة)	
الملاحظات حول درجة انصهار السكر (درجة انصهار عالية أم منخفضة)	

الجزء C: التوصيل الكهربائي

المادة التي تم فحصها	مؤشرات التوصيل (ضوء خافت، ضوء ساطع، لم يضئ)	درجة التوصيل (جيد، أو رديء، أو لا يوصل)
NaCl الصلب		
الماء المقطر		
NaCl المذاب في ماء مقطر		
السكر المذاب في ماء مقطر		
LiCl الصلب		
مصهور LiCl		

1. صف كلوريد الصوديوم في ضوء نتائج الجزء A، مستخدمًا كلمات مثل: ليّن، قابل للسحب، قابل للطرق، هش، صلب، مرن.

.....

.....

2. يمثل كلّ من كلوريد الصوديوم وكلوريد الليثيوم نماذج مركبات أيونية، في حين يمثل السكر مادة غير أيونية. كيف يمكن المقارنة بين درجات انصهار هذين النوعين من المركبات؟

.....

.....

3. ما أهمية استخدام الماء المقطر بدلاً من ماء الصنبور عند قياس التوصيل الكهربائي في الجزء C؟

.....

.....

التحليل والاستنتاج

4. **تعرّف السبب والنتيجة** ترتبط الإلكترونات داخل الشبكة البلورية بشدة مع الأيونات الثابتة في أماكنها بسبب قوى التجاذب الإلكترستاتيكي. ناقش كيف تفسّر هذه الخاصية امتلاك المركبات الأيونية للخصائص التالية؟

(a) درجات انصهار عالية.

(b) عدم قدرتها على توصيل الكهرباء في الحالة الصلبة.

.....

.....

.....

5. **المقارنة** لا توجد المركبات غير الأيونية على شكل شبكة بلورية، ولكن على شكل جزيئات منفردة متأثرة بالجسيمات التي حولها. وبعبارة أخرى، تقع المركبات غير الأيونية تحت تأثير القوى فيما بينها. استنادًا إلى معلومات الجزء B الخاص بدرجة انصهار المركبات الأيونية وغير الأيونية، كيف تقارن بين طاقة التجاذب في الجسيمات وطاقة الشبكة البلورية؟

.....

.....

6. **التفكير الناقد** فسّـر كيف تتمكن المركبات الأيونية من توصيل التيار الكهربائي وهي في حالة المصهور أو المحلول عند إذابتها في الماء، في حين لا يمكنها توصيل التيار في الحالة الصلبة؟

.....

.....

.....

.....

7. **استخلاص النتائج** توجد المركبات الأيونية جميعها في حالة واحدة فقط عند درجة حرارة الغرفة. مستعينًا بما تعلمته، ما حالة هذه المادة من خلال هذا الاستقصاء؟ ولماذا لا توجد هذه المركبات في حالات المادة الأخرى عند درجة حرارة الغرفة؟

.....

.....

8. **تحليل الخطأ** ما الذي يمكن فعله لتحسين دقة هذا الاستقصاء وصحته؟

.....

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. يتكـوّن جسـم الإنسـان بشـكل رئيـس مـن مركبـات غير أيونية، كالمـاء والكربوهيدرات والدهـون والبروتينـات. إذًا لمـاذا يُعد جسـم الإنسان موصلاً جيدًا للكهرباء؟
2. تُتخذ كربونات الماغنسيوم – وهي عبارة عن مركـب أيونـي – عـازلاً حراريًّا فـي المباني. فلمـاذا تتوقع أن المركبات الأيونية عازل جيد للحرارة؟
3. تكون درجات انصهار المركبات الأيونية غالبًا أعلى من درجات انصهار الفلزات. مستخدمًا خاصيتيـن على الأقل من خـواص المركبات الأيونية، فسّر لماذا لا تصنع أدوات الطهي من المركبات الأيونية؟

تجربة 6

تكوُّن الملح

Formation of a salt

مـن المدهـش أن مـذاق الطعام يعتمد على مركـب أيوني يتكوّن من عنصرين سـامّين همـا: الصوديوم والكلور؛ إذ يسـبب اكتسـاب الإلكترونات أو فقدانهـا فرقًا كبيرًا في الخواص. فتفاعل كربونـات الصوديوم الهيدروجينية، المعروفـة باسـم صـودا الخبز، مع حمـض الهيدروكلوريـك، الحمض الموجود فـي المعدة، يُنتـج كلًّا من ملح الطعام وثاني أكسيد الكربون والماء وفق المعادلة الكيميائية الآتية:

$$NaHCO_3 + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl + CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)}$$

وعند تبخر الماء يتبقى الملح NaCl فقط.

المشكلة

كيف يتكوّن الملح؟

الأهداف

- **تلاحظ** تفاعل $NaHCO_3$ مع HCl.
- **ترسم** تركيـب لـويـس النقـطـي للإلكترونات لكل من Na^+ وCl^-.
- **تعطـي** أمثلـة حـول كيفيـة تعـرّف المركبات الأيونية، ومنها NaCl.

الموادّ والأدوات

6 M HCl
$NaHCO_3$
كأس سعتها 100 mL
مخبار مدرج سعته 10 mL
قطارة
كاشف الفينول الأحمر
ماء مقطر
لهب بنزن
حامل حلقي ومشبك حامل
شبك معدني
مجهر أو عدسة مكبرة
ميزان

احتياطات السلامة

- **ضع النظارة الواقية، والبس معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **قد لا تبدو الأجسام ساخنة، لذا توخّ الحذر عند التعامل مع الكؤوس التي سخنت.**
- **لا تلمس أيًّا من المواد الكيميائية في المختبر أو تتذوقها أو تشمها.**
- **HCl الذي تركيزه 6 M سام عند استنشاقه وحارق للجلد والعين.**

ما قبل التجربة

1. عرّف الرابطة الأيونية.
2. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل مما يلي:

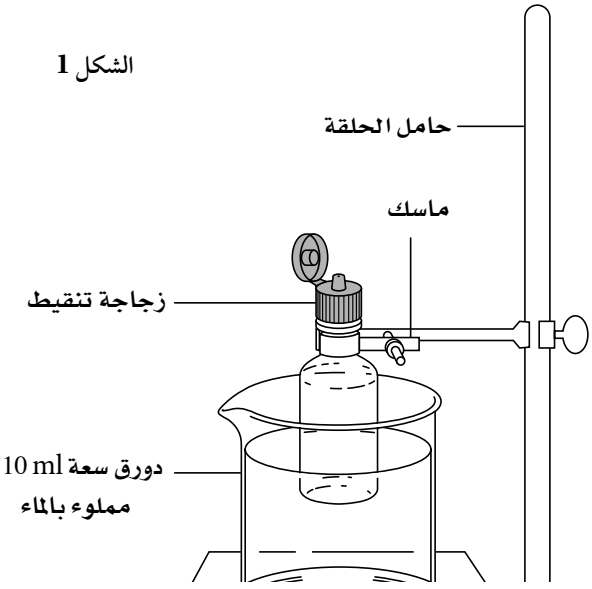
   Na، Na^+، Cl، Cl^-.
3. حدّد الغاز النبيل الذي يمثله التوزيع الإلكتروني لكل من Cl^- وNa^+.
4. ارسم التمثيل النقطي لإلكترونات التكافؤ لكل من Na^+ وCl^-.

خطوات العمل

1. جد كتلة كأس نظيفة سعتها 100 mL.
2. ضع 0.5 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ في الكأس.
3. أضف 15 mL من الماء المقطر إلى الكأس وحرّكه ليذوب المسحوق. أضف المزيد من الماء إن لزم الأمر حتى يذوب المسحوق كله.
4. أضف 3 – 2 نقاط من كاشف الفينول الأحمر. ستلاحظ أن لون المحلول أصبح أحمر. لذا ضع ورقة بيضاء تحت الكأس لرؤية لون المحلول على نحو أفضل.
5. أضف حمض الهيدروكلوريك نقطة نقطة في أثناء تحريك الكأس بشكل دائري، حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأصفر تمامًا.
6. أعدّ الجهاز كما في **الشكل** 1، وسخّن محتويات الكأس بلطف لتبخير الماء.

تحذير: إياك وتسخين المحلول بشدة حتى لا يتناثر خارج الوعاء. توقف عن التسخين عندما يتبقى 5 mL من الماء في الوعاء، ودع حرارة الكأس تقوم بتجفيف ما تبقى من الماء تلقائيًا.

الشكل 1



7. دع الكأس تبرد مدة 5 دقائق على الأقل.

تحذير: قد تبدو الكأس باردة قبل أن تكون جاهزة للاستخدام.

8. جد كتلة الكأس والمسحوق الأبيض بعد التبريد.
9. افحص المحتويات تحت المجهر أو عدسة التكبير اليدوية، ولاحظ هل أصبح المسحوق على شكل مكعبات تشبه مكعبات كلوريد الصوديوم؟
10. سجل نتائجك في جدول البيانات.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من الموادّ الكيميائية غير الصالحة للاستعمال في صندوق المهملات.
2. اغسل محتويات الكؤوس الزجاجية بعد التأكد من برودتها الماء.
3. تأكد أن الميزان في الوضع نفسه الذي وجدته قبل الاستعمال.
4. تأكد أن كلًّا من لهب بنزن والحامل قد أصبح باردًا قبل وضعهما جانبًا.

النتائج والمشاهدات

كتلة الكأس فارغة	..... g
كتلة الكأس + $NaHCO_3$	..... g
كتلة $NaHCO_3$	..... g
كتلة الكأس + NaCl	..... g
كتلة NaCl	..... g

1. ما الذي تلاحظه كلما أضفت كمية من حمض الهيدروكلوريك؟

.....

.....

2. ما الغاز المنبعث في أثناء التفاعل الكيميائي؟

.....

.....

3. ما الدليل على أن كربونات الصوديوم الهيدروجينية قد تغيرت كيميائيًّا؟

.....

.....

4. صف المسحوق الأبيض المتكون في كأس التبريد.

.....

.....

التحليل والاستنتاج

1. **التفكير الناقد** كيف يمكن تحديد ما إذا كان ناتج التفاعل يختلف عن المواد المتفاعلة؟

تحذير: تذكر ألا تتذوق أبدًا أي شيء في المختبر.

.....

.....

2. **تعرّف السبب والنتيجة** هل تحتاج إضافة كمية قليلة من حمض الهيدروكلوريك إلى المسحوق الأبيض أم كمية كبيرة منه للتأكد من أنه كلوريد الصوديوم النقي، وأنه غير مختلط بـ $NaHCO_3$؟ فسر لماذا نفعل ذلك؟

.....

.....

3. **استخلاص النتائج** إذا كان ما حدث تفاعلًا كيميائيًّا ففسر لماذا تختلف كتلة المواد الناتجة عن كتلة كربونات الصوديوم الهيدروجينية الأصلية؟

.....

.....

4. **تحليل الخطأ** ما الأسباب التي أثرت في دقة نتائج هذه التجربة؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تستخدم كربونات الصوديوم الهيدروجينية علاجًا مضادًّا لحموضة المعدة. مستخدمًا معادلة التفاعل، فسّر كيف يساعد هذا المركب المعدة على التخلص من فائض الحمض؟
2. أثبتت الدراسات أن الفلورايد وسيلة فعالة لوقاية الأسنان من التسوس، فأخذ العديد من المجتمعات منذ أواخر عام 1960م وبداية عام 1970م في وضع القليل منه في ماء الشرب. ومع ذلك ظهرت معارضة قوية ضد ذلك التدخل في جودة الماء. ويعود أحد أسباب ذلك إلى أن غاز الفلور غاز سام. ما قولك في هذا الجدل ؟

تجربة 7

الروابط التساهمية في الأدوية

Covalent Bonding in Medicines

الأسبرين $C_9H_8O_4$ والأسيتامينوفين $C_8H_9NO_2$ والأبيوبروفين $C1_3H1_8O_2$ أدوية شائعة للتخفيف من حدة الألم، وتُباع دون وصفة طبية. ويُعد الأسبرين أكثر استخدامًا؛ إذ يُتخذ مسكِّنًا للألم، وخافضًا للحرارة، وعاملاً مضادًّا للالتهابات. وتصنع أقراص الأسبرين بإضافة 0.3 g تقريبًا من الأسبرين إلى عامل ربط مثل النشا. حيث يوقف الأسبرين إنتاج الإنزيم المسؤول عن تولد الشعور بالألم في الخلايا الحسية في الجسم، ويعمل الإبيوبروفين بطريقة مماثلة للأسبرين، بينما يُتخذ الأسيتامينوفين مسكنًا للألم وخافضًا للحرارة أيضًا، ولكنه لا يُعد مضادًّا للالتهابات.

ترتبط الذرات معًا في جزيئات الأدوية المسكنة للألم بروابط تساهمية كما في الميثان وثاني أكسيد الكربون. وتتشارك الإلكترونات بين الذرات في سلسلة من الروابط التساهمية الأحادية والثنائية.

ولتسهيل دراسة الجزيئات التساهمية وجد الكيميائيون أن استعمال النماذج ورسومات بناء الجزيئات يساعد على ذلك؛ إذْ تُستعمل كرات من الخشب أو البلاستيك الملونة لتمثيل الذرات في النماذج. وتُحفر عدة ثقوب في هذه الكرات مساوية لعدد الروابط التساهمية التي ستشكلها. وتكون هذه الثقوب على زوايا توافق زوايا الروابط تقريبًا.

تمثيل العناصر

العنصر	لون الكرة
الكربون	أسود
الهيدروجين	أصفر
النيتروجين	أزرق
الأكسجين	أحمر

تستعمل العصي أو النوابض (الزنبركات) لتمثيل الروابط، حيث تمثل الروابط الأحادية بعصًا واحدة، في حين تمثل الروابط الثنائية بزنبركين. ويستعمل زوج من النقط (:) أو شرطة (–) للتعبير عن الرابطة الأحادية عند رسم الأشكال الجزيئية. وتُمثل الرابطة الثنائية بزوجين من النقط (::)، أو شرطتين (=).

المشكلة	الأهداف	الموادّ والأدوات
كيف يمكن تمثيل جزيئات مثل الأسبرين، الأسيتامينوفين والأبيوبروفين بواسطة النماذج لصيغ بنائية؟	• **يصنع نموذجًا** لتوضيح الروابط الأحادية والثنائية لبعض المركبات التساهمية. • **يرسم** شكلاً يمثل بناء هذه الجزيئات. • **يفحص** نماذج مركبات تساهمية دوائية طبية ويرسم صيغها البنائية.	مجموعة نماذج الجزيئات الخشبية، أو البلاستيكية (الكرة والعصا). كماشة

احتياطات السلامة

- **ضع النظارة الواقية، والبس معطف المختبر دائمًا.**

ما قبل التجربة

1. عرّف الرابطة التساهمية.
2. فرّق بين الرابطة التساهمية الأحادية والثنائية.
3. اشرح كيف يمكن تمثيل الرابطة الأحادية بواسطة الرسم؟
4. اشرح كيف يمكن تمثيل الرابطة الثنائية بواسطة الرسم؟
5. اقرأ التجربة كاملة، وكوِّن فرضية حول كيفية المقارنة بين تمثيل الجزيئات بوساطة الرسم وتمثيلها بالنماذج، ثم سجل فرضيتك في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل:

الجزء A

1. صمِّم نموذجًا لكل من الميثان CH_4 وثاني أكسيد الكربون CO_2.
2. تعرّف الروابط التساهمية الأحادية أو الثنائية.
3. ارسم نموذج لويس لكل مادة، باستعمال النقط أولاً، ثم الشرطات لتمثيل إلكترونات الرابطة في **جدول البيانات 1**.
4. فُكّ النماذج بعد أن يتفحص المعلم عملك.

الجزء B

1. تفحص نماذج الأسبرين والأسيتامينوفين والأبيوبروفين.
2. ارسم الصيغة البنائية لكل مادة باستعمال الشرطات (–) لتمثيل الروابط في **جدول البيانات 2**.
3. اطلب إلى المعلم تفحّص عملك.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تأكد من إزالة العصي والزنبركات جميعها من الكرات.
2. أعد ترتيب صندوق النماذج.

جدول البيانات 1	
التمثيل النقطي للميثان CH_4	الصيغة البنائية للميثان CH_4 باستخدام الشرطات
التمثيل النقطي لغاز CO_2	الصيغة البنائية لغاز CO_2 باستخدام الشرطات

جدول البيانات 2
أسبرين
أسيتامينوفين
ابيوبروفين

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** ما الجزء المشترك في الصيغ البنائية لكل من الأسبرين والأسيتامينوفين والأبيوبروفين؟

.....

.....

2. **المقارنة** قارن بين درجات تعقيد الروابط في كل شكل منها.

.....

.....

3. **جمع البيانات وتفسيرها** قارن بين مظهر الصيغة البنائية المرسومة للأسبرين والنموذج الخاص به.

.....

.....

4. **التوقع** توقع احتمال توافر أدوية طبية أخرى لها شكل بنائي مشابه لكل من الأسبرين والأسيتامينوفين والأبيوبروفين.

.....

.....

5. **استخلاص النتائج** اشرح لماذا يتم تصنيع العديد من المواد الطبية المسكّنة للألم وبيعها.

.....

.....

6. **تحليل الخطأ** قارن بين الصيغ البنائية للنماذج التي أعددتها لكل من الأسبرين والأسيتامينوفين والأبيوبروفين وتلك التي أعدها الطلبة الآخرون، واذكر الأسباب التي قد تؤدي إلى وجود اختلافات بينها.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. يُعرف أن الأسبرين يمنع تجلط الدم. فسّر لماذا ينصح الجراحون بعدم تناول الأسبرين قبل العملية الجراحية وبعدها مباشرة.

2. يرتبط الأسبرين مع متلازمة رايز، وهو مرض يصيب الدماغ ويحدث عند الأطفال في أثناء فترة الشفاء من الإصابة بالجدري. ما بدائل الأسبرين المتوافرة لتخفيف الألم والحمى لدى الأطفال في طور التعافي من هذا الفيروس؟

تجربة 8

المركبات التساهمية

Covalent Compounds

تُستعمل الكهرسالبية مقياسًا لتحديد قوة جذب الذرة للإلكترونات في أثناء تكوّن الروابط. كما تستعمل الفروق في مقدار الكهرسالبية لتوقع ما إذا كانت الرابطة التساهمية نقية (غير قطبية)، أو تساهمية قطبية أو رابطة أيونية. وتعد الجزيئات التي يكون فرق الكهرسالبية بين ذراتها صفرًا جزيئاتٍ (غير قطبيين)، في حين تُصنف الجزيئات التي يكون فرق الكهرسالبية بين الذرات أكبر من صفر وأقل من 1.7 على أنها جزيئات تساهمية قطبية. وتتوافر البلورات الأيونية في الأنظمة التي يكون فرق الكهرسالبية فيها أكثر من 1.7.

وتسمى الصيغ البنائية التي تبين الروابط التساهمية في الجزيئات نموذج لويس. وتسعى الذرات للوصول إلى التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة عند تكوينها للروابط. وتستطيع الذرات المفردة من خلال المشاركة في الإلكترونات استكمال مستويات الطاقة الخارجية، حيث يتوافر من خلال الرابطة التساهمية ثمانية من الإلكترونات حول كل ذرة (ما عدا الهيدروجين).

لقد وجد الكيميائيون أن استعمال النماذج يُعد عاملاً مساعدًا على تسهيل دراسة الجزيئات التساهمية. وتستعمل الكرات الملونة من الخشب أو البلاستيك لتمثيل الذرات؛ إذْ تحفر في الكرات ثقوب مساوية لعدد الروابط التساهمية التي يمكن للذرة تكوينها. وتكون الثقوب على زوايا تقارب مقدار الزوايا التي تصنعها الروابط.

وتستخدم العصي والزنبركات لتمثيل هذه الروابط، فتستخدم العصي للتعبير عن الروابط الأحادية، في حين تستخدم الزنبركات للتعبير عن الروابط الثنائية والثلاثية بواسطة زنبركين أو ثلاثة على الترتيب. ولأن حجوم الذرات لا تتناسب بشكل صحيح، فتكون النماذج مفيدة لتمثيل ترتيب الذرات حسب الزوايا التي تصنعها الروابط.

المشكلة

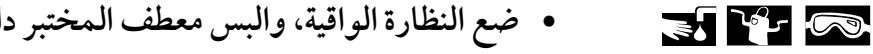
كيف يمكن تحديد نوع الروابط في المركب ورسم جزيئاته وبناء نماذج لهذه الجزيئات؟

الأهداف

- **يصنع نموذجًا** لتوضيح شكل بعض المركبات التساهمية.
- **يرسم** تراكيب لويس لتمثيل بعض الجزيئات التساهمية.
- **يقارن** بين تراكيب لويس لبعض الجزيئات والنماذج التي قام بتصميمها.

المواد والأدوات

مجموعة نماذج الجزيئات الخشبية أو البلاستيكية (الكرة والعصي).
كماشة
جداول الكهرسالبية.



- **ضع النظارة الواقية، والبس معطف المختبر دائمًا.**

ما قبل التجربة

1. عرّف الرابطة التساهمية.
2. بيِّن التوزيع الإلكتروني للأكسجين، والهيدروجين، والنيتروجين، والكربون.
3. ما عدد الروابط التساهمية التي يمكن أن يكوِّنها الأكسجين، والهيدروجين، والنيتروجين، والكربون؟
4. اشرح كيف يمكن الاستفادة من فرق الكهرسالبية لتوقع ما إذا كانت الرابطة تساهمية نقية، أو تساهمية قطبية، أو أيونية.
5. اقرأ التجربة كاملة وكوِّن فرضية حول كيفية توضيح مشاركة الإلكترونات في الرابطة التساهمية وبناء النموذج، وكيف يمكن تحديد نوع الرابطة. ثم سجل فرضيتك في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

الجزء A

1. تفحص مجموعة الكرات والعصي، وتعرّف الأجزاء التي تمثل الذرات، والروابط الأحادية والثنائية والثلاثية.
2. اختر كرة من كل لون، حيث يمثل كل ثقب محفور فيها رابطة كيميائية أحادية. ما عدد الثقوب الموجودة في كل كرة ملونة؟ سجل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

الجزء B

1. استخدم جدول الكهرسالبية (انظر البند 5–4 في كتابك) لتحديد فرق الكهرسالبية بين العنصرين في المركبات، ودوّن إجاباتك في **جدول البيانات 2**.
2. استخدم **الجدول 2** في الصفحة التالية لتحديد النسبة المئوية للخواص الأيونية ونوع الرابطة لكل من المركبات. وسجل إجاباتك في **جدول البيانات 2**.

الجزء C

1. اصنع نموذجًا لجزيء الهيدروجين H_2.
2. احسب فرق الكهرسالبية لذرات الجزيء وتعرّف نوع الرابطة. وسجل إجابتك في **جدول البيانات 3**.
3. ارسم تركيب لويس للجزيء في الفراغ المحدد لذلك في **جدول البيانات 3**.
4. فُكّ النموذج بعد تفحص المعلم لعملك.
5. كرر الخطوات من 4 – 1 لكل من المركبات في قائمة **جدول البيانات 3**.

جدول 1

الكهرسالبية ونوع الرابطة	
نوع الرابطة	فرق الكهرسالبية
تساهمية نقية	0
تساهمية قطبية	أكبر من صفر وأقل من 1.7
أيونية	أكبر من 1.7

جدول 2

العلاقة بين فرق الكهرسالبية والخواص الأيونية		
فرق الكهرسالبية	نوع الرابطة	النسبة المئوية للخواص الأيونية
0	تساهمية نقية	0
0.2	تساهمية قطبية	1
0.4	تساهمية قطبية	4
0.6	تساهمية قطبية	9
0.8	تساهمية قطبية	15
1.0	تساهمية قطبية	22
1.2	تساهمية قطبية	30
1.4	تساهمية قطبية	39
1.6	تساهمية قطبية	48
1.8	أيونية	56
2.0	أيونية	63
2.2	أيونية	70
2.4	أيونية	76
2.6	أيونية	82
2.8	أيونية	86
3.0	أيونية	89
3.2	أيونية	92

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تأكد من إخراج العصي والزنبركات من الكرات.
2. رتّب صندوق النماذج.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
لون الكرة	عدد الثقوب	نوع العنصر
أحمر		أكسجين
برتقالي		بروم
أصفر		هيدروجين
أخضر		كلور
أزرق		نيتروجين
بنفسجي		يود
أسود		كربون

جدول البيانات 2			
الصيغة	فرق الكهرسالبية	النسبة المئوية للخاصية الأيونية	نوع الرابطة
KCl			
K_2O			
Br_2			
MgI_2			
HBr			
$CaCl_2$			
NaBr			
MgS			
Al_2S_3			
NaCl			
F_2			
SO_2			
HCl			
CO			

جدول البيانات 3									
الجزيء	H_2	Cl_2	N_2	O_2	HCl	H_2O	CO_2	NH_3	CH_4
فرق الكهرسالبية									
نوع الرابطة									
تركيب لويس									

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** يُعد كل من الماء وثاني أكسيد الكربون جزيئات ثلاثية الذرات. فسر معنى "ثلاثي الذرات".

.....

.....

2. **جمع البيانات وتفسيرها** قارن بين شكل تركيب لويس لمركب ما ونموذج الكرة والعصي للمركّب نفسه.

.....

.....

3. **التوقع** توقع شكل وتركيب لويس لرابع بروميد الكربون CBr_4.

.....

.....

4. **استخلاص النتائج** فسّر لماذا لا يمكن توقع نوع الرابطة من معرفة الصيغة دون توافر البيانات عن الكهرسالبية ونموذج لويس.

.....

.....

5. **تحليل الخطأ** قارن بين نماذج الكرة والعصي وتركيب لويس. وهل يختلف أحدهما عن الآخر في عدد الذرات؟ وما الأسباب التي قد تؤدي إلى الوقوع في هذا الخطأ؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. فسّر، لماذا يوجد الماء في الحالة السائلة عند درجة حرارة الغرفة، في حين يوجد ثاني أكسيد الكربون في الحالة الغازية عند الدرجة نفسها؟

2. النفثالين $C_{10}H_8$، مركب شائع في كرات مكافحة العث، وينصهر عند $80.2^{\circ}C$. أما كلوريد الصوديوم NaCl أو ملح الطعام فينصهر عند درجة حرارة $800.7^{\circ}C$. إلامَ تشير درجات الانصهار بالنسبة لنوع الرابطة في كل من هذين المركبين؟