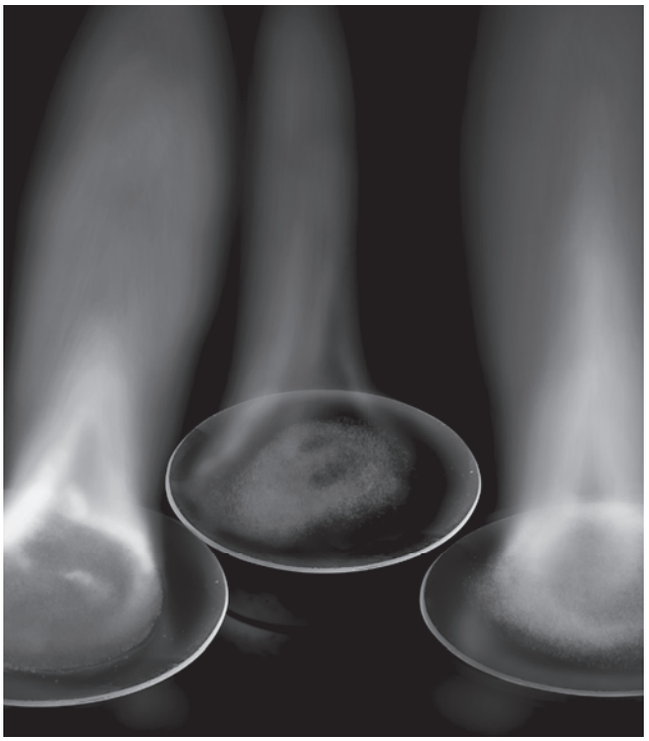
المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

الكيمياء ٢

المستوى الثاني
الإعداد العام
النظام الفصلي للتعليم الثانوي
دليل التجارب العملية



قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

١٤٣٨ – ١٤٣٩ هـ
٢٠١٧ – ٢٠١٨ م

يوزع مجاناً ولا يباع

SA.CH10.WB2.indd 1 1/16/17 10:06 AM

ح وزارة التعليم ، ١٤٣٧ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
الكيمياء ٢ (المستوى الثاني – الإعداد العام – النظام الفصلي للتعليم الثانوي – دليل التجارب العملية). / وزارة التعليم.– الرياض ، ١٤٣٧هـ
٢٨ ص ؛ ٥ ,٢٧ x ٢١سم
ردمك : ٠ – ٣٤٣ – ٥٠٨ – ٦٠٣ – ٩٧٨

أ– الكيمياء – كتب دراسية ٢– التعليم الثانوي – السعودية – كتب دراسية أ. العنوان
ديوي ٥٤٠ ,٧١٢ ١٤٣٧/١٠٣٢٥

رقم الإيداع : ١٤٣٧/١٠٣٢٥
ردمك : ٠- ٣٤٣- 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 ـ المملكة العربية السعودية

SA.CH10.WB2.indd 2 1/16/17 3:06 PM

مقدمة

عزيزي الطالب/ عزيزتي الطالبة

يهدف دليل التجارب العملية المصاحب لكتاب الكيمياء ٢ المستوى الثاني إلى تعزيز المفاهيم والمهارات العلمية لديك، وإلى إكسابك مبادئ ومهارات الاستقصاء العلمي، والطرائق العلمية في تنفيذ التجارب العملية، وجمع البيانات وتسجيلها، والتعامل مع الجداول والرسوم البيانية، واستخلاص النتائج وتفسيرها. كما يهدف الدليل إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات والأجهزة العلمية في المختبر.

يتضمن هذا الدليل تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الكيمياء٢، وفي سياق الموضوعات المقدمة فيه، ويتضمن إرشادات عن كيفية تنفيذ التجارب وفق خطوات متسلسلة، من حيث وضع الفرضية لكل تجربة وأهدافها، وتعليمات الأمن والسلامة الخاصة بها، والمواد والأدوات المطلوبة لإجرائها، وخطوات العمل فيها، وجدولة البيانات، وتحليل النتائج، مع ربط كل تجربة مع واقع الكيمياء في حياتك اليومية.

وسوف يساعدك معلمك على تنفيذ التجارب على أن تتبع تعليماته المتعلقة بنواحي الأمن والسلامة وتصميم التجربة وتخطيطها.

نأمل أن يحقق هذا الدليل الفائدة المرجوة منه.

والله ولي التوفيق.

SA.CH10.WB2.indd 3 4/23/17 1:05 PM

قائمـــة المحتـــويـــــات

كيف تستعمل هذا الدليل؟	5
كتابة تقرير التجربة	6
أدوات المختبر	8
السلامة في المختبر	11
رموز السلامة في المختبر	13
بطاقة السلامة في المختبر	14

الفصل 1 التفاعلات الكيميائية

1 - 1 تفاعلات الإحلال البسيط	15
2 - 1 تفاعلات الإحلال المزدوج	19

الفصل 2 المول

1 - 2 تقدير حجم المول لمادة ما	22
2 - 2 النسب المولية	25

SA.CH10.WB2.indd 4 4/23/17 1:06 PM

كيف تستعمل هذا الدليل؟

الكيمياء علم يدرس المادة وخصائصها وتغيراتها. وسوف تتعرف في أثناء دراستك لها المزيدَ من المعلومات التي جمعها العلماء عن المادة. ولكن الكيمياء ليست معلومات فقط، بل هي أيضًا تساعدنا على معرفة المزيد عن المادة وتغيراتها. والتجارب المختبرية هي الوسيلة الأساسية التي يستخدمها العلماء؛ ليتعلموا المزيد عن المادة. وتتطلب التجارب في هذا الدليل أن تُكوِّنَ فرضيات ثم تختبرها، وتجمع البيانات وتسجلها وتحللها، وتستخلص النتائج المبنية عليها وعلى معرفتك بمادة الكيمياء. وهذه العمليات هي نفسها التي يستخدمها الكيميائيون وغيرهم من العلماء.

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 المهمة واللازمة لإنجاز التجربة بنجاح.
- **خطوات العمل** تخبرك خطوات العمل المرقّمة 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** يوفر لك هذا الجزء 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، و تتهيأ لك في هذا الجزء فرصة أيضًا لتحليل الأخطاء المحتملة في التجربة.
- **الكيمياء في واقع الحياة** 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.

SA.CH10.WB2.indd 5 1/9/17 9:44 AM

كتابة تقرير التجربة

يقـوم العلـماء بالملاحـظة وجـمع البيانـات وتحليلـها، ويضـعون التعميـمات عندمـا يجـرون التجـارب. لذا عليك أن تسجل البيانات كلها في التقرير الذي تعده عن أي تجربة عملية، وأن يكون ذلك بأسلوب منظم ومنطقي؛ حتى يسهل تحليلها. وغالبًا ما تستعمل الجداول والرسوم البيانية لهذا الغرض.

العنوان: يجب أن يصف العنوان موضوع التقرير بوضوح.

الفرضية: صف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشكلة التي تدرسها، أو إجابة عن السؤال الذي تبحث عنه.

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

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

البيانات والملاحظات: ضمن تقريرك كافة البيانات، والجداول، والرسوم البيانية التي استعملتها للوصول إلى نتائجك.

استخلاص النتائج : سجل نتائجك في نهاية تقريرك، على أن تتضمن تحليلاً للبيانات التي جمعتها.

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

تحتاج النباتات جميعها إلى الماء، والمعادن، وثاني أكسـيد الكربون، والضوء ومكان لتعيش فيه. فإذا لم تتوافر هذه المتطلبات فإنها لا تنمو بشـكل سـليم. أراد أحد العلماء اختبار فاعلية الأسمدة المختلفة في تزويد النباتات بالمعـادن اللازمـة، ولاختبار هذه الفكرة صمَّـم تجربة، فملأ ثلاثة أوعية بكميات متسـاوية من التربة، وزرع نبتة بازلاء سـليمة في كل منها. وزود الوعاء (A) بالسـماد (A)، والوعاء (B) بالسـماد (B)، ولم يضف أي سـماد للوعاء (C)، ووضع الأوعية الثلاثة في غرفة مضاءة جيدًا، وسـقى كل وعاء الكمية نفسـها من الماء كل يوم مدة أسبوعين. وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كل يوم، وكان يأخذ القراءة عدة مرات في اليوم؛ مراعاةً للدقة، ثم حسـب متوسـط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسـجله في **جدول البيانات 1**، ثم مثَّل هذه البيانات برسـم بياني.

1. ما الهدف من هذه التجربة؟

.....

.....

2. ما المواد التي تطلبتها هذه التجربة؟

.....

SA.CH10.WB2.indd 6 1/9/17 9:44 AM

3. ما خطوات العمل في التجربة؟

.....

.....

.....

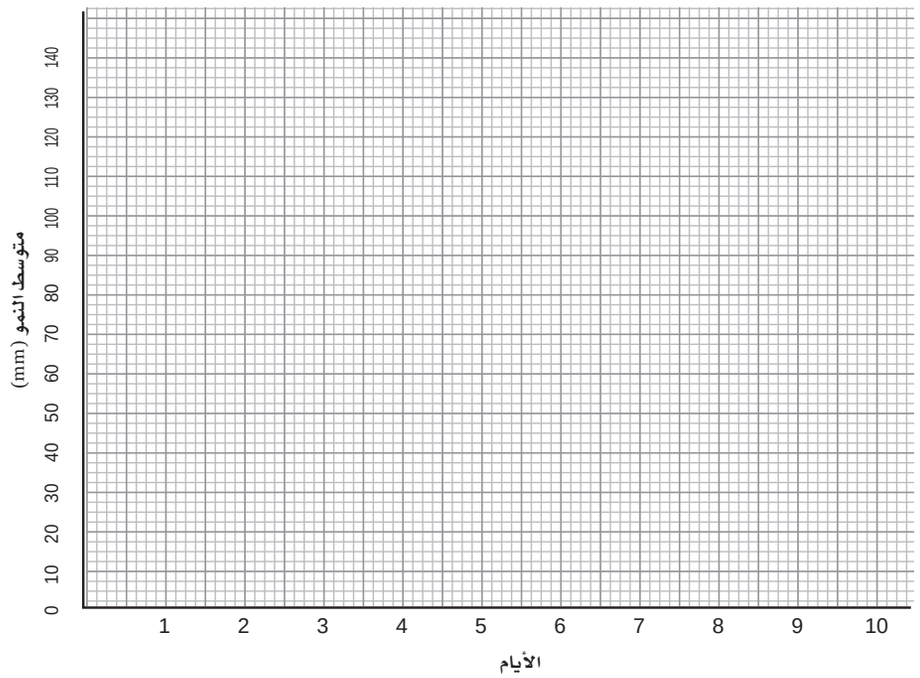
جدول البيانات 1 : متوسط ارتفاع النباتات (mm)										
الوعـاء	اليوم									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	50	58	60	57	80	85	90	110	120
B	16	30	41	50	58	70	75	80	100	108
C	10	12	20	24	30	25	42	50	58	60

4. **جدول البيانات 1** يوضح البيانات التي تم جمعها في هذه التجربة. ماذا تستنتج منها؟

.....

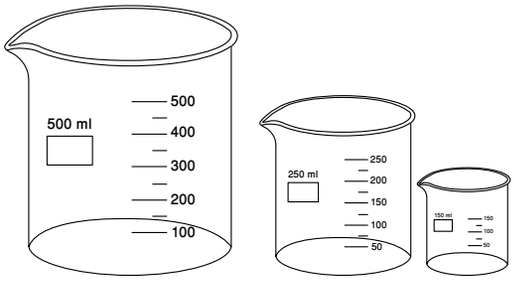
.....

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

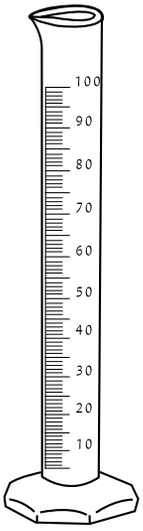


SA.CH10.WB2.indd 7 1/9/17 9:44 AM

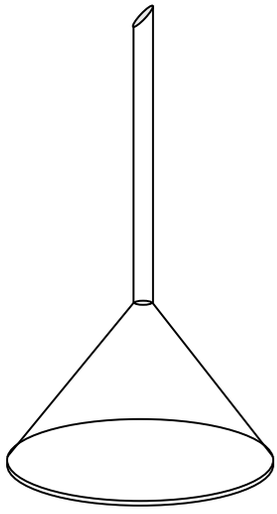
أدوات المختبـــــــــــر



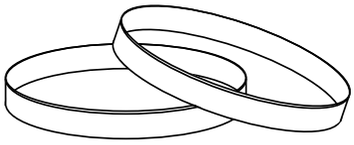
كؤوس زجاجية مدرّجة



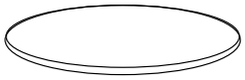
مخبار مدرج



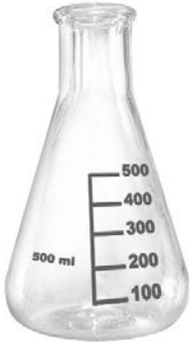
قِمع زجاجي



طبق بتري

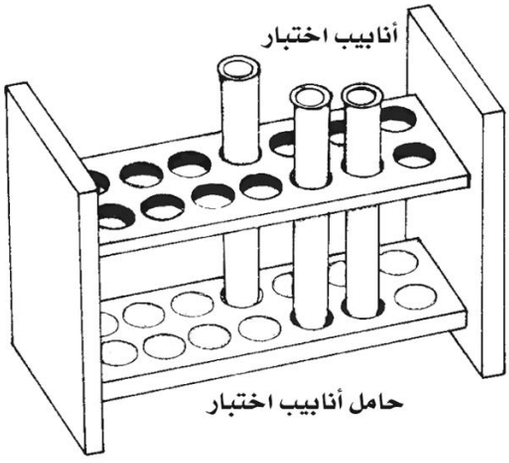


زجاجة ساعة

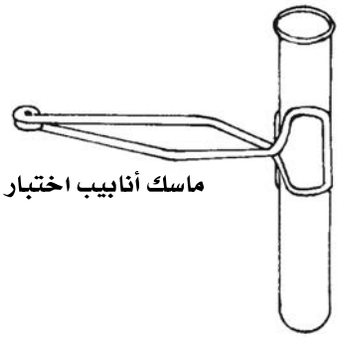


دورق مخروطي

فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار

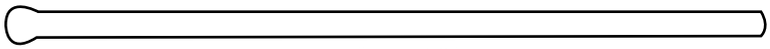


حامل أنابيب اختبار

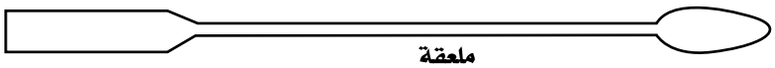


ماسك أنابيب اختبار

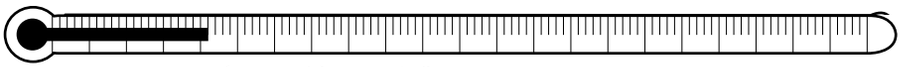
SA.CH10.WB2.indd 8 1/9/17 9:44 AM



ساق زجاجية

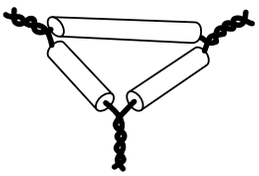


ملعقة



مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)

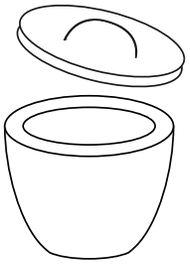
قطّارة



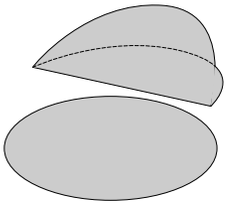
مثلث تسخين

سدادة مطاطية

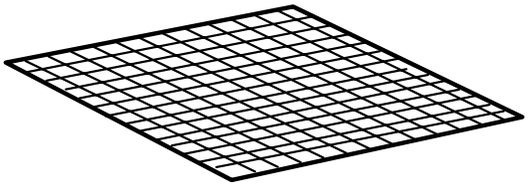
سدادة من الفلين



جفنة

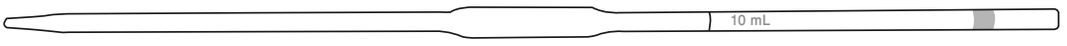


ورق ترشيح

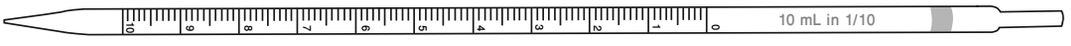


شبكة تسخين

سحاحة



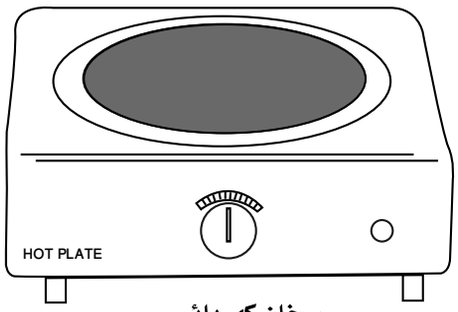
ماصة



ماصة مدرجة

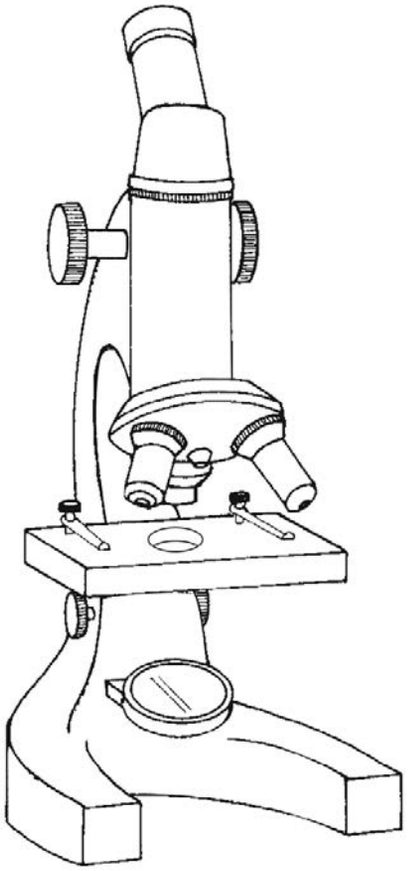
SA.CH10.WB2.indd 9 1/9/17 9:44 AM

ميزان رقمي

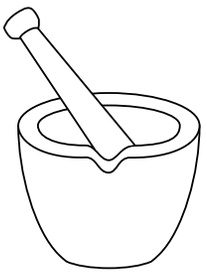


سخان كهربائي

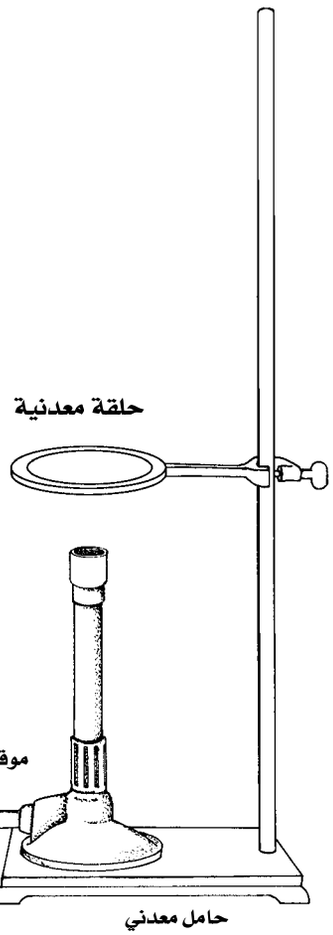
مالئة ماصة



مجهر ضوئي مركب



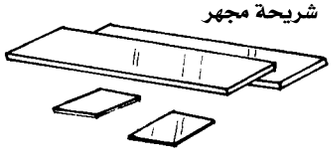
مدق (هاون)



حلقة معدنية

موقد بنزن

حامل معدني



شريحة مجهر

غطاء شريحة

SA.CH10.WB2.indd 10 1/9/17 9:44 AM

السلامة في المختبر

مختبر الكيمياء مكان للتجريب والتعلم؛ لذا عليك أن تتحمل مسؤولية سلامتك الشخصية وسلامة من يعملون بالقرب منك. الحوادث عادة يسببها الإهمال، إلا 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 بأي نشاطات دون إذن معلمك. ولا تعمل أبدًا بمفردك في المختبر، بل اعمل فقط عندما يكون معلمك موجودًا.
2. ادرس التجربة قبل مجيئك إلى المختبر. وإذا كان لديك شك في أي من خطوات التجربة فاطلب المساعدة إلى معلمك.
3. يجب لبس النظارة الواقية، وارتداء معطف المختبر في أي وقت تعمل فيه في المختبر. كما يجب ارتداء القفازين كل مرة تستعمل فيها المواد الكيميائية؛ لأنها تسبب التهيج، وقد يمتصها الجلد.
4. يحظر وضع عدسات لاصقة في المختبر، حتى لو كنت تلبس نظارة واقية؛ فالعدسات تمتص الأبخرة، ويصعب إزالتها في الحالات الطارئة.
5. يجب ربط الشعر الطويل إلى الخلف لتجنب اشتعاله.
6. تجنبي لبس الحلي المدلاة، والملابس الفضفاضة، فالملابس الفضفاضة قد تشتعل، كما أنها قد تشتبك بالأدوات المختبرية، وكذلك الحلي.
7. البس أحذية مغلقة تغطي القدم تمامًا؛ فالأحذية المكشوفة غير مسموح بها في المختبر.
8. اعرف مكان طفاية الحريق، ورشاش الماء، ومغسلة العينين، وبطانية الحريق، وصيدلية الإسعاف الأولي، واعرف أيضًا كيف تستعمل أدوات السلامة المتوافرة.
9. أخبر معلمك فورًا عن أي حادث، أو إصابة، أو خطأ في العمل، أو تلف أداة.
10. تعامل مع المواد الكيميائية بحذر، وتفحص بطاقات المعلومات التي على العبوات قبل أخذ أي 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 إلا إذا طلب 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 أي مادة كيميائية أبدًا.
15. يمنع الأكل والشرب ومضغ العلكة في المختبر.
16. استعمل مالئة الماصة عند سحب المواد الكيميائية، ولا تسحبها بفمك أبدًا.
17. إذا لامسَت مادة كيميائية عينيك أو جلدك فاغسلها مباشرة بكميات كبيرة من الماء، وأخبر معلمك فورًا بطبيعة المادة.

SA.CH10.WB2.indd 11 1/9/17 9:44 AM

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 أي 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. تخلص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يوجهك معلمك.

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

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

SA.CH10.WB2.indd 12 1/9/17 9:44 AM

رموز السلامة في المختبر

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المواد	يجب اتباع خطوات التخلص من المواد.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفق تعليمات المعلم.
مواد حيّة	مخلوقات ومواد حية قد تسبّب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات ، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعًا (كمامة) وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيدًا.
درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدبّبة، 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 تشم الأبخرة مباشرة، وارتد قناعًا (كمامة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، أسلاك معرّاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، وأخبر معلمك فورًا.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، 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	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات، مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	البس نظارات واقية، وقفازات، وارتدِ معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتُلعت أو استُنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض المواد الكيميائية يسهل اشتعالها باللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم ، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب المشتعل عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك فورًا، واستعمل طفاية الحريق.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	اغسل يديك جيدًا بعد الاستعمال. واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.

سلامة العين

يجب دائمًا لبس نظارات واقية عند العمل في المختبر.

وقاية الملابس

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

سلامة الحيوانات

يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة الحيوانات.

نشاط إشعاعي

يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.

غسل اليدين

اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.

SA.CH10.WB2.indd 13 1/9/17 9:44 AM

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 هذا الاسـتقصاء؟

.....

.....

.....

2. هل ستعمل مع زميل أو في 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 مشـكلات في فهم خطوات العمل أو رموز السـلامة في المختبر؟ وضح ذلك.

.....

.....

.....

SA.CH10.WB2.indd 14 1/9/17 9:44 AM

تجربة 1.1 تفاعلات الإحلال البسيط

Single-Replacement Reactions

الإحلال البسيط هو التفاعل الذي تحل فيه ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب، ويُمثَّل هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية التالية:

$$A + BC \rightarrow AC + B$$

يعتمد نشاط العنصر على قدرته على اكتساب الإلكترونات أو فقدانها. ويمكن ترتيب العناصر بناءً على نشاطها في سلسلة، تسمى سلسلة النشاط الكيميائي. ومع أن هناك العديد من أنواع تفاعلات الإحلال، إلا أن اهتمامنا سيقتصر هنا على نوعين منها. ففي النوع الأول، يحل الفلز الأكثر نشاطًا محل الفلز الأقل نشاطًا في المحلول. وعلى سبيل المثال، التفاعل بين الخارصين وكبريتات النحاس II.

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

ففي هذا التفاعل يحل الخارصين الأكثر نشاطًا محل النحاس الأقل نشاطًا في المحلول. ونستدل على حدوث التفاعل بالاختفاء التدريجي للون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس وتكوّن راسب من النحاس، على قطعة الخارصين. وفي النوع الثاني من هذه التفاعلات يتم استبدال الهيدروجين في حمض ما بفلز أنشط منه، كما يحدث في تفاعل الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك.

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

فلز الخارصين أنشط من الهيدروجين، ولهذا يحل محله في محلول حمض الهيدروكلوريك. وتتصاعد فقاعات غاز الهيدروجين إلى سطح المحلول، وفي الوقت نفسه تستهلك قطعة الخارصين. ومن ناحية أخرى، لو وضع فلز النحاس الأقل نشاطًا في محلول حمض الهيدروكلوريك، فلن يحدث أي تفاعل.

وفي التجربة ستستعمل بعض الفلزات ومركباتها، ومحلول حمض الهيدروكلوريك المخفف؛ لتوضح تفاعلات الإحلال البسيط وسلسلة النشاط الكيميائي.

المشكلة

ما العناصر التي تحل محل العناصر الأخرى في تفاعلات الإحلال البسيط؟ كيف يمكن استعمال نتائج هذه التفاعلات لتكوين سلسلة نشاط كيميائي؟

الأهداف

- **تصنف** التفاعلات بوصفها تفاعلات إحلال بسيط.
- **تستعمل** الأرقام في كتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال البسيط.
- **ترتب** الفلزات في سلسلة نشاط كيميائي.

المواد والأدوات

3 قطع خارصين 1cm x 3 cm	حمض الهيدروكلوريك 3M HCl
قطعتا نحاس 1cm x 3 cm	أنابيب اختبار 6
قطعة رصاص 1cm x 3 cm	حامل أنابيب
ورق زجاج (ورق صنفرة)	
نترات الرصاص $0.2M Pb(NO_3)_2$	
كبريتات النحاس $0.2M CuSO_4$	
كبريتات الماغنسيوم $0.2M MgSO_4$	
نترات الفضة $0.2M AgNO_3$	

SA.CH10.WB2.indd 15 4/23/17 1:07 PM

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **تخلص من النفايات الكيميائية كما يرشدك معلمك.**
- **نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ وكبريتات النحاس II $CuSO_4$ مادتان سامتان إذا ابتُلِعتا أو استُنشِقتا.**
- **تهيج كبريتات الماغنيسيوم $MgSO_4$ العينين.**
- **محلول نترات الفضة $AgNO_3$ عالي السُّميّة، ويصبغ الجلد والملابس.**
- **حمض الهيدروكلوريك HCl يتلف الجلد، وهو سامٌّ ويتفاعل مع الفلزات.**

ما قبل التجربة

1. ما تفاعل الإحلال البسيط؟
2. فسر ما الذي يحدد نشاط فلز ما؟
3. ميّز بين فلز نشط وآخر أقل نشاطًا.
4. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوّن فرضية حول كيفية بناء سلسلة نشاط كيميائي. ودوّن فرضيتك في المكان المبين في العمود المقابل.

خطوات العمل

1. أحضر ستة أنابيب اختبار، ورقِّمها من 1 إلى 6.
2. استعمل ورق الصنفرة (ورقِ الزجاج) لتنظف قطعة رصاص، وقطعتي نحاس، وثلاث قطع خارصين تمامًا.
3. في الخطوات من 4 إلى 9، لاحظ أي دلالة على حدوث تفاعل كيميائي وسجله في **جدول البيانات 1**. إذا لم تلاحظ أي دلائل على حدوث تفاعل، فانتظر 10 دقائق تقريبًا، ثم افحص أنبوب الاختبار ثانية.
4. ضع قطعة الرصاص في أنبوب الاختبار رقم1، وأضف إليها 10 mL من محلول كبريتات النحاس II.
5. ضع قطعة نحاس في أنبوب الاختبار رقم 2، وأضف إليها 10 mL من محلول نترات الفضة.
6. ضع قطعة نحاس في أنبوب الاختبار رقم 3، وأضف إليها 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك.
7. ضع قطعة خارصين في أنبوب الاختبار رقم 4، وأضف إليها 10 mL من محلول نترات الرصاص II.
8. ضع قطعة خارصين في أنبوب الاختبار رقم 5، وأضف إليها 10 mL من محلول كبريتات الماغنيسيوم.
9. ضع قطعة خارصين في أنبوب الاختبار رقم 6، وأضف إليها 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من المواد الكيميائية كما يوجهك معلمك.
2. أعد الأدوات المختبرية جميعها إلى أماكنها.
3. أخبر معلمك بأي أدوات مكسورة أو تالفة.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

SA.CH10.WB2.indd 16 1/9/17 9:44 AM

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
رقم أنبوب الاختبار	الدليل على حدوث تفاعل كيميائي
1	
2	
3	
4	
5	
6	

التحليل والاستنتاج

1. القياس واستعمال الأرقام أكمل المعادلات في **جدول البيانات 2** وزنها، إذا لم تلاحظ أي تفاعل، فاكتب لا يحدث تفاعل (NR).

جدول البيانات 2	
رقم أنبوب الاختبار	المعادلة الكيميائية
1	$Pb + CuSO_4 \rightarrow$
2	$Cu + AgNO_3 \rightarrow$
3	$Cu + HCl \rightarrow$
4	$Zn + Pb(NO_3)_2 \rightarrow$
5	$Zn + MgSO_4 \rightarrow$
6	$Zn + HCl \rightarrow$

2. الملاحظة والاستنتاج أي العنصرين كان أكثر نشاطًا؟ وأيهما كان أقل نشاطًا، في كل من الاختبارات الستة التي أُجريت؟ لخص المعلومات في **جدول البيانات 3** بكتابة رمز العنصر في الفراغ المناسب.

جدول البيانات 3		
رقم أنبوب الاختبار	رمز العنصر الأكثر نشاطًا	رمز العنصر الأقل نشاطًا
1		
2		
3		
4		
5		
6		

SA.CH10.WB2.indd 17 1/9/17 9:44 AM

3. **جمع البيانات وتفسيرها** أَيّ الفلزات الثلاثة: Pb وCu وZn أكثر نشاطًا؟

.....

4. **جمع البيانات وتفسيرها** أيّ الفلزات الثلاثة: Pb وCu وZn أقل نشاطًا؟

.....

.....

5. **استخلاص النتائج** كيف تستدل عمليًّا على أي الفلزات: Pb وCu وZn أكثر نشاطًا؟ وأيها أقل نشاطًا؟

.....

.....

.....

6. **الترتيب** رتّب الفلزات: Pb وCu وZn وAg وMg ، بدءًا من الأقل إلى الأكثر نشاطًا.

.....

7. **الترتيب** هل الهيدروجين أكثر أم أقل نشاطًا من كل من الفلزات: Mg، Ag، Zn، Cu؟

.....

.....

8. **استخلاص النتائج** ما الدليل العملي الذي يبين موقع الهيدروجين في سلسلة النشاط الكيميائي؟

.....

9. **التوقع** اذكر اختبارًا آخر ضروريًّا لتحديد الموقع الدقيق للهيدروجين في سلسلة النشاط الكيميائي.

.....

10. **تحليل الخطأ** قارن سلسلة النشاط الكيميائي التي توصلت إليها مع السلسلة الموجودة في كتابك المدرسي أو أي مرجع في الكيمياء. فسر الاختلاف بينهما.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. فسِّر لماذا لا تُحفَظ الأحماض في أوعية مصنوعة من الفولاذ.
2. الصوديوم فلز نشط جدًّا. فسِّر لماذا يوجد الصوديوم في صورة مركّبات في الطبيعة ولا يوجد منفردًا.
3. فسِّر لماذا يستعمل فلز الماغنسيوم وليس فلز النحاس في دراسة تأثير تركيز حمض الهيدروكلوريك في سرعة التفاعلات الكيميائية.

SA.CH10.WB2.indd 18 1/9/17 9:44 AM

تجربة 1.2 تفاعلات الإحلال المزدوج

Double-Replacement Reactions

عندما تذوب المواد الأيونية في الماء فإن الأيونات في البلورة ينفصل بعضها عن بعض وتتحرك خلال المحلول، وعند مزج محلولين أيونيين فإن جميع الأيونات الموجبة في المحلول الناتج عنهما تنجذب إلى الأيونات السالبة جميعها في هذا المحلول، وقد يحدث تفاعل إحلال مزدوج. وتسمى تفاعلات الإحلال المزدوج أحيانًا تفاعلات أيونية، وفي هذا النوع من التفاعلات تُبدل أيونات مركبين مواقعها، كما هو موضح في المعادلة الرمزية التالية:

$$AB + CD \rightarrow AD + CB$$

عند مزج المحلولين فإن الأيونين الموجبين A و C يوجدان في المحلول، وكذلك الحال بالنسبة للأيونين السالبين B وD، وهذه الأيونات المتعاكسة الشحنة يجذب بعضها بعضًا، فإذا حدث بينهما تفاعل ونتج عنه مركب فإنه يزيل الأيونات المكونة له من المحلول. فالمركبات التي تنتزع الأيونات من المحلول في تفاعل الإحلال المزدوج هي الرواسب، والغازات، أو المواد قليلة التأين مثل الماء.

المشكلة

كيف يمكن تعيين تفاعلات الإحلال المزدوج؟

الأهداف

- تحدد تفاعلات الإحلال المزدوج.
- تكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

المواد والأدوات

حمض الهيدروكلوريك	3M HCl	كلوريد الصوديوم	0.2M NaCl
حمض الهيدروكلوريك	6M HCl	كبريتات الصوديوم	0.2M Na_2SO_4
هيدروكسيد الصوديوم	2M NaOH	كبريتيت الصوديوم	0.2M Na_2SO_3
كلوريد الباريوم	0.2M $BaCl_2$	نترات الرصاص	0.2M $Pb(NO_3)_2$
كلوريد الأمونيوم	0.2M NH_4Cl	نترات الخارصين	0.2M $Zn(NO_3)_2$
كبريتات النحاس	0.2M $CuSO_4$		أنابيب اختبار (10)
كلوريد الحديد	0.2M $FeCl_3$		حامل أنابيب اختبار (2)
نترات البوتاسيوم	0.2M KNO_3		مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)
يوديد البوتاسيوم	0.2M KI		مخبار مدرج – 10 mL
كربونات الصوديوم	0.2M Na_2CO_3		

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **تخلص من النفايات الكيميائية بحسب إرشادات معلمك.**
- **حمض الهيدروكلوريك HCl سام ويتلف الجلد، ويتفاعل مع الفلزات.**
- **هيدروكسيد الصوديوم NaOH يحرق الجلد.**
- **كلوريد الأمونيوم NH_4Cl مادة سامة بدرجة خفيفة.**
- **كلوريد الباريوم $BaCl_2$ مادة سامة بدرجة خفيفة.**
- **كبريتات النحاس $CuSO_4$ مادة سامة بدرجة متوسطة عند الأكل أو الاستنشاق.**
- **كلوريد الحديد III $FeCl_3$ ونترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$ يهيجان الأنسجة ولهما سمّيّة خفيفة.**
- **نترات الرصاص II $Pb(NO_3)_2$ وكبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 مادتان سامتان بدرجة متوسطة.**
- **تهيج نترات البوتاسيوم KNO_3 الجلد.**

SA.CH10.WB2.indd 19 4/23/17 1:07 PM

ما قبل التجربة

1. فسِّر آلية تفاعل الإحلال المزدوج.
2. ما المقصود بالراسب؟
3. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوِّن فرضية عن النواتج التي يمكن ملاحظتها؛ والتي تشير إلى حدوث تفاعل إحلال مزدوج. ثم سجل فرضيتك في المكان المخصص لذلك في العمود المقابل.
4. لخص خطوات العمل التي ستتبعها لفحص **فرضيتك**.

خطوات العمل

لاحظ في التفاعلات التالية ما إذا تكوّن راسب أو غاز. أما تكوّن الماء فهو غيرمرئي، وإنما يصاحبه انطلاق طاقة على هيئة حرارة، فإذا لم تشاهد تكوّن غاز أو راسب، ضع مقياس الحرارة مباشرة في محتويات أنبوب الاختبار لملاحظة ارتفاع درجة الحرارة. ويكون ارتفاع درجة الحرارة هذا دليلاً على تكوّن الماء. فإذا لم يكن هناك غاز أو راسب أو تغير في الحرارة، فسجِّل "لا تفاعل" في عمود "الدليل على حدوث تفاعل" في **جدول البيانات 1**.

1. صبّ 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول كبريتات النحاس II 0.2 M.
2. صبّ 3 mL من محلول كلوريد الصوديوم 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول نترات البوتاسيوم 0.2 M.
3. صبّ 3 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من حمض الهيدروكلوريك 6 M.
4. صبّ 3 mL من محلول كلوريد الباريوم 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول كبريتات الصوديوم 0.2 M.
5. صبّ 3 mL من حمض الهيدروكلوريك 3 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 2 M.
6. صبّ 3 mL من محلول نترات الخارصين 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول كبريتات النحاس II 0.2 M.
7. صبّ 3 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول كلوريد الحديد III 0.2 M.
8. **تحذير**: أجرِ هذا التفاعل في خزانة الغازات. صبّ 3 mL من محلول كبريتيت الصوديوم 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًا 1 mL من حمض الهيدروكلوريك 3 M.
9. صبّ 3 mL من محلول كلوريد الأمونيوم 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول كبريتات النحاس II 0.2 M.
10. صبّ 3 mL من محلول نترات الرصاص II 0.2 M في أنبوب اختبار نظيف، ثم أضف إليه تدريجيًّا 3 mL من محلول يوديد البوتاسيوم 0.2 M.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من المواد كما يوجهك معلمك.
2. أعد جميع الأدوات المختبرية إلى أماكنها.
3. أخبر معلمك بأي أدوات مكسورة أو تالفة.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

SA.CH10.WB2.indd 20 1/9/17 9:44 AM

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
رقم أنبوب الاختبار	الدليل على حدوث تفاعل
1	
2	
3	
4	
5	
6	

التحليل والاستنتاج

1. **تفسير البيانات** اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل من التفاعلات التي أُجريت. وإذا لم يحدث أي تفاعل فاكتب (لا يحدث تفاعلNR). وبين الحالة الفيزيائية لكل مادة متفاعلة أو ناتجة.

.....

.....

.....

.....

.....

2. **عمل توقعات** ماذا ينتج عن خلط محلول حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد البوتاسيوم؟

.....

.....

3. **تحليل الخطأ** **قارن** جدول بياناتك بجداول الآخرين في الصف مبينًا سببّ أي اختلاف بينها.

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. فسِّر لماذا تستعمل كبريتات الباريوم في تشخيص الجهاز الهضمي بالأشعة السينية؟
2. فسِّر لماذا يُعد استعمال قاعدة مثل صودا الخبز فعالاً في تنظيف الأحماض المنسكبة، كالخل في المطبخ؟

SA.CH10.WB2.indd 21 1/9/17 9:44 AM

تجربة 2.1 تقدير حجم المول لمادة ما

Estimating the Size of a Mole

عدد أڤوجادرو هو عدد الجسيمات (الذرات، الجزيئات، الأيونات، وحدات الصيغ الكيميائية) الموجودة في مول من المادة النقية. في هذه التجربة، سوف تربط مادة مألوفة بمفهوم عدد أڤوجادرو عن طريق إيجاد كتلة وحجم مولٍ واحدٍ من هذه المادة.

المشكلة

ما مقدار المول؟ لماذا يستعمل عدد أڤوجادرو لعدّ الذرات لا لعد كميات المواد المألوفة؟

الأهداف

- **تقيس** متوسط كتلة فلقة بازلاء، وتحسب حجمها.
- **تحسب** كتلة وحجم مول من فلقات البازلاء.
- **تقارن** كتلة مول من فلقات البازلاء وحجمها بكتل وأحجام الذرات والمركبات.

المواد والأدوات

ميزان
فلقات بازلاء
مخبار مدرج 100 mL
ورقة دفتر ملاحظات

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **لا تأكل أي مادة في المختبر أو تتذوقها أو تشمها.**
- **لا تلق فلقات البازلاء في المغسلة.**
- **التقط أي فلقة بازلاء على الأرض.**

ما قبل المختبر

1. ما قيمة عدد أڤوجادرو؟
2. ما كتلة 1mol من: الذهب Au، كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$، الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$.
3. إذا كان لديك 24.65 g من كلوريد الألومنيوم، فما عدد المولات فيها؟
4. أقرأ التجربة كاملة، ثم كوِّن فرضية لكتلة مول من فلقات البازلاء وحجمها، وسجل فرضيتك في المكان المخصص لذلك في الصفحة التالية.

خطوات العمل

1. باستعمال الميزان، قس كتلة مخبار مدرج سعة 100 mL فارغًا، وسجل هذه الكتلة في **جدول البيانات 1**.
2. عُدّ بشكل دقيق 25 فلقة بازلاء، وضعها في المخبار المدرج.
3. قس كتلة المخبار المدرج والبازلاء معًا، وسجل هذه الكتلة في **جدول البيانات 1**.
4. اعمل قمعًا ورقيًّا من ورقة من دفتر ملاحظاتك، واستعمله في ملء المخبار المدرج بفلقات البازلاء حتى العلامة 100 mL.
5. قس كتلة المخبار المدرج والـ 100 mL من البازلاء معاً. وسجل هذه الكتلة في **جدول البيانات 1**.

SA.CH10.WB2.indd 22 4/23/17 1:08 PM

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. فَـرّغ المخبار المدرج من البـازلاء في وعاء التخزين المخصص لها.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
أوجد كتلة فلقة بازلاء واحدة:	
كتلة المخبار المدرج فارغًا	..... g
كتلة 25 فلقة بازلاء والمخبار المدرج معًا	..... g
كتلة 25 فلقة بازلاء	..... g
كتلة فلقة البازلاء الواحدة	..... g
أوجد حجم فلقة بازلاء واحدة:	
كتلة 100mL من فلقات البازلاء والمخبار المدرج معًا.	..... g
كتلة 100mL من فلقات البازلاء	..... g
عدد فلقات البازلاء في 100mL	
حجم فلقة البازلاء الواحدة	..... mL
أوجد كتلة وحجم مول من حبات البازلاء:	
كتلة مول من فلقات البازلاء	..... kg
حجم مول من فلقات البازلاء	..... mL

سجِّل نتائج كل من الحسابات التالية في **جدول البيانات 1**.

1. من الكتل التي قستها، احسب كتلة 25 فلقة بازلاء.

.....

2. احسب كتلة فلقة بازلاء واحدة.

.....

3. احسب كتلة 100 mL من فلقات البازلاء.

.....

4. من معرفتك بكتلة 100 mL من فلقات البازلاء، وكتلة فلقة البازلاء الواحدة، احسب عدد فلقات البازلاء في 100 mL.

.....

.....

SA.CH10.WB2.indd 23 1/9/17 9:44 AM

5. من معرفتك بعدد فلقات البازلاء في 100 mL، احسب حجم الفلقة الواحدة.

.....

6. باستعمال عدد أڤوجادرو (6.02×10^{23} جسيم لكل mol) وكتلة فلقة واحدة من البازلاء، احسب كتلة 1 mol من فلقات البازلاء.

.....

7. بطريقة مشابهة لما سبق، احسب حجم 1 mol من فلقات البازلاء.

.....

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** لماذا قست كتلة 25 فلقة بازلاء بدلاً من كتلة فلقة بازلاء واحدة فقط؟

.....

2. **المقارنة** كيف تقارن كتلة 1mol من فلقات البازلاء بكتل كل من الذهب، وكلوريد الألومنيوم والجلوكوز التي حسبتها في أسئلة ما قبل المختبر؟

.....

.....

3. **استخلاص النتائج** لماذا يُعدُّ عدد أڤوجادرو مفيدًا عند دراسة الذرات؟

.....

.....

4. **تحليل الخطأ** كيف تُقارن فرضيتك فيما يتعلق بكتلة وحجم مول من فلقات البازلاء بالقيمة الحقيقية التي حسبتها خلال التجربة؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تستعمل وحدات مختلفة لعدّ المواد في الحياة اليومية، ما الوحدة الشائعة التي تستخدمها لعدِّ البيض؟ وعَدِّ الأحذية؟ لماذا لا يستعمل المول لقياس هذه الكميات؟

2. لقد قمت في التجربة بتحويل وحدات الكتلة والحجم إلى مولات. فكِّر في أنظمة النقد العالمية، لماذا يتطلب منك أن تكون قادرًا على أن تحول من وحدة إلى أخرى عندما تسافر إلى دولة أجنبية؟

SA.CH10.WB2.indd 24 1/9/17 9:44 AM

تجربة 2.2 النسب المولية

Mole Ratios

النسبة المولية للأيونات الموجبة إلى السالبة في المركب الأيوني تتكون من أعداد صغيرة صحيحة. فمثلاً: النسبة المولية لأيونات الماغنيسيوم Mg^{2+} إلى أيونات البروم Br^- في مركب بروميد المغنيسيوم $MgBr_2$ هي1:2. أي أنه لكل 1mol من أيونات Mg^{2+} ، هناك 2mol من أيونات Br^-. كذلك، فإن النسبة المولية للأيونات في محلول بروميد البوتاسيوم المائي KBr هي 1:1. أيْ أن 1 mol من KBr ينتج عنه 1 mol من أيونات Br^-، بينما 1 mol من $MgBr_2$ ينتج عنه 2 mol من أيونات Br^-.

افترض أن لديك مركبات مختلفة تحتوي على أيونات Cl^-، كيف تحدد النسب المولية في هذه المركّبات؟ تذوب أغلب مركبات الكلوريد في الماء، ولكن البعض منها لا يذوب. وبالتالي فإن تفاعل أيونات الكلوريد الذائبة مع أيون موجب ليكّون مركب كلوريد غير ذائب يستعمل لتحديد كمية أيونات الكلوريد الموجودة. وأحد هذه الأيونات الموجبة هو أيون الفضة Ag^+، عند تفاعل أيونات Cl^- في محلول ما مع كمية كافية من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ تترسب أيونات الكلوريد الذائبة على هيئة كلوريد الفضة AgCl . وعلى سبيل المثال: يتفاعل حجم محدد من محلول كلوريد البوتاسيوم KCl مع كمية معينة من $AgNO_3$، بينما يحتاج الحجم نفسه من محلول $BaCl_2$ وبالتركيز نفسه إلى ضعف الكمية من $AgNO_3$ لترسيب أيونات Cl^- .

المشكلة

ما نسبة الأيونات الموجبة إلى السالبة في مركب أيوني؟ وكيف يمكن تحديد هذه النسبة؟

الأهداف

- **تقيس** نسبة ما يتفاعل من محلول نترات الفضة مع محاليل مركبات الكلوريد المختلفة.
- **تحسب** نسبة الأيون الموجب إلى أيون الكلوريد في أربعة مركبات مختلفة.
- **تحدد** نسبة الأيون الموجب إلى أيون الكلوريد في مركب مجهول.

المواد والأدوات

- 0.1M نترات الفضة $AgNO_3$
- 0.1M كلوريد البوتاسيوم KCl
- 0.1M كلوريد الصوديوم NaCl
- 0.1M كلوريد الباريوم $BaCl_2$
- 0.1M كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$
- كاشف ثنائي كلوروفلوريسين
- مخبار مدرج 10mL
- أنابيب اختبار (10)
- قطارة

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **تسبب نترات الفضة التآكل، وتبقّع الجلد والملابس.**
- **نترات الفضة وكلوريد الباريوم مادتان سامّتان، وكلوريد البوتاسيوم وكلوريد الألومنيوم لهما سمّيّة خفيفة.**

SA.CH10.WB2.indd 25 4/23/17 1:08 PM

ما قبل التجربة

1. ما المقصود بالمول؟
2. ماذا يجب أن تعرف لتحسب عدد مولات مادة ما؟
3. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوِّن فرضية عن النسب المتوقعة للحجوم المتفاعلة، ثم كوّن فرضية ثانية تبين كيفية استعمال هذه النسب لتحديد نسبة الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة في مركّب ما. وسجِّل الفرضيتين في المكان المخصص لذلك في العمود المقابل.
4. لخِّص الخطوات التي تتبعها لاختبار الفرضيتين.
5. ما المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل بين محلول $AgNO_3$ ومحلول KCl؟

خطوات العمل

الجزء A: فحص محاليل معلومة التركيز.

1. صبّ 1.0 mL من محلول KCl في أنبوب اختبار نظيف وجاف.
2. أضف قطرتين من كاشف ثنائي كلوروفلوريسين إلى أنبوب الاختبار.
3. أضف كمية من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ (قطرة بعد قطرة) إلى المحلول حتى يتحول لون الكاشف من الأبيض إلى الزهري. أمسك القطارة عموديًّا عندما تضيف القطرات، وحرك الأنبوب بعناية من جانب إلى الجانب الآخر بعد إضافة القطرة.
4. بين كم قطرة تلزم لتحويل لون المحلول من الأبيض إلى الزهري، وسجِّل ذلك في **جدول البيانات 1**.
5. كرّر خطوات العمل مستعملاً (1mL) مرة أخرى من محلول كلوريد البوتاسيوم KCl.
6. كرر الخطوات 1–5، مستعملاً محاليل من: كلوريد الصوديوم NaCl، وكلوريد الباريوم $BaCl_2$، وكلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ بالترتيب، بدلاً من كلوريد البوتاسيوم KCl.

الجزء B: فحص محلول مجهول التركيز.

7. احصل على عينة لمحلول مجهول التركيز من معلمك، وسجِّل رقمها.
8. كرِّر الخطوات 1–5، مستعملاً المحلول المجهول التركيز بدلاً من محلول كلوريد البوتاسيوم KCl.

الفرضيتان

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. صبّ أي مادة تحوي فضة في الوعاء المخصص لها.
2. أعد الأدوات المختبرية كلها إلى أماكنها.
3. أخبر معلمك بأي أدوات مكسورة أو تالفة.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

SA.CH10.WB2.indd 26 1/9/17 9:44 AM

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1				
العينة	محاولة 1 عدد قطرات $AgNO_3$	محاولة 2 عدد قطرات $AgNO_3$	متوسط عدد قطرات $AgNO_3$	نسبة الأيونات الموجبة / الأيونات السالبة
KCl				
NaCl				
$BaCl_2$				
$AlCl_3$				
المركب المجهول				

التحليل والاستنتاج

1. **استعمال الأرقام** احسب متوسط عدد قطرات $AgNO_3$ المستعملة لكل محلول. وسجل هذه الأعداد في **جدول البيانات 1**.

.....

.....

2. **استعمال الأرقام** افترض أن نسبة الأيونات الموجبة إلى السالبة هي 1:1 لكلوريد البوتاسيوم KCl، والمحاليل كلها لها التركيز نفسه، أيْ أن لها عدد المولات نفسه في لتر من المحلول. احسب نسبة الأيونات الموجبة إلى السالبة لكل من المحاليل المعروفة مستعملاً المعلومات التي توصلت إليها من التجربة. وسجِّل هذه النسبة في **جدول البيانات 1**.

.....

.....

3. **المقارنة** كيف تقارن إجاباتك في سؤال 2 بالنسب التي توقعتها في فرضيتك مستعملاً الصيغ الكيميائية للمركبات؟

.....

.....

.....

4. **الاستنتاج** لماذا يجب أن تكون محاليل المواد المراد فحصها لها التركيز نفسه؟

.....

.....

SA.CH10.WB2.indd 27 1/9/17 9:44 AM

5. التوقع افترض أنك لم تكن تعرف تركيز محلول $AgNO_3$، فكيف تقارن هذا التركيز المجهول بتركيز محلول KCl إذا كانت كمية محلول $AgNO_3$ المستعملة تساوي نصف كمية محلول KCl؟

.....

.....

6. استخلاص النتائج لخص كيف ترتبط النتائج بالصيغ الكيميائية للمركبات التي تم فحصها في هذه التجربة.

.....

.....

7. تحليل الخطأ ماذا كان يمكنك أن تفعل لتحسين دقة القياسات؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تُفحص سوائل الجسم في المؤسسات الطبية غالبًا؛ لتحديد تركيز بعض المواد فيها. كيف يمكن للتقنيات المستخدمة في هذه التجربة أن تطبق في هذه الفحوصات؟

2. الفضة معدن نفيس. وضِّح كيف يمكنك فصل أي أيونات Ag^+ مذابة من المحاليل التي تخلصت منها في كأس النفايات.

SA.CH10.WB2.indd 28 1/9/17 9:44 AM