حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الأهداف

- **تميز** بين العناصر والمركّبات.
- **تصف** ترتيب العناصر في الجدول الدوري.
- **تشرح** سلوك المركّبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

مراجعة المفردات

النسبة: علاقة جزء بآخر أو بالكل من ناحية الكمية.

المفردات الجديدة

العنصر

الجدول الدوري

المركّب

قانون النسب الثابتة

النسبة المئوية بالكتلة

قانون النسب المتضاعفة

العناصر والمركّبات Elements and Compounds

الفكرة الرئيسة المركب مكوّن من عنصرين أو أكثر متحدين معًا اتحادًا كيميائيًا.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الربط مع الحياة عندما تأكل سلطة الفواكه قد تأكل قطعًا منها منفردة، أما عندما تأكل مربى الفواكه فإنك لا تستطيع فصل كل قطعة من الفواكه وحدها. وكما أن المربى مكوّنة من فواكه فإن المركب مكوّن من عناصر، ولكنك لا تراها منفردة.

العناصر Elements

رغم أن للمادة أشكالاً كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى عناصر. **العنصر** مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية. هناك 92 عنصرًا في الطبيعة. ومن هذه العناصر: النحاس Cu والأكسجين O والذهب Au، وهناك أيضًا عناصر لا توجد في الطبيعة، وإنما يتم تحضيرها في المختبر.

لكل عنصر اسم كيميائي، ورمز خاص به. ويتكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيرًا، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالميًا من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحو متساوٍ؛ فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسليكون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والهيدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجودًا في الطبيعة؛ إذ يقدّر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في الشكل 16–2.

بالون هيليوم – غاز

جهاز قياس ضغط الدم (زئبق – سائل)

وعاء نحاس – صلب

الشكل 16–2 توجد العناصر في حالات مختلفة في الظروف العادية.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الشكل 17–2
كان مندليف من أوائل العلماء الذين رتبوا العناصر بطريقة دورية، كما هو مبين في الجدول. لاحظ الأنماط الدورية في خواص العناصر.

العناصر الأساسية								
			K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—	
			Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—	
			—	?Yt = 88?	?Di = 138?	Er = 178?	—	
			Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Th = 231	
			V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—	
			Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240	
			Mn = 55	—	—	—	—	
			Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—	
			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—	
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—	
H = 1	Li = 7	Na = 23	Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—	
	B = 11	Al = 27,3	—	In = 113	—	Tl = 204	—	
	C = 12	Si = 28	—	Sn = 118	—	Pb = 207	—	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—	
	O = 16	S = 32	Se = 78	Te = 125?	—	—	—	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	—	—	—	

نظرة أولية على الجدول الدوري مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية ودراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendelev (1834 – 1907م) جدولًا كما في **الشكل 17–2** نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائمًا على التشابهات بين العناصر وكتلها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك "**الجدول الدوري**". ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمَّى الصفوفُ الأفقيةُ فيها "الدوراتِ"، وتسمَّى الأعمدةُ "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة. وقد سمي الجدول دوريًّا لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجد في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

المفردات

مفردات علمية

العنصر
Element
مادة كيميائية نقيّة لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو

المركبات Compounds

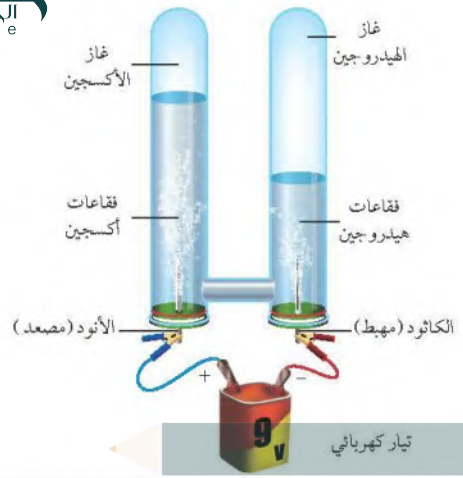
كثير من المواد الكيميائية النقية تصنف على أنها مركبات. ويتكون **المركب** من ع
مختلفين أو أكثر متحدين كيميائيًّا. وتوجد معظم المواد في الكون على شكل م
يوجد الآن حوالي (10) ملايين مركب معروف، وهي في ازدياد مستمر؛ إذ يتم تح
اكتشاف حوالي (100,000) مركب سنويًّا.

ماذا قرأت؟ عرف العنصر والمركب.

تسهِّل معرفة الرموز الكيميائية للعناصر كتابةَ صيغ المركبات. فملح الطعام مثلًا يسمى كلوريد الصوديوم، وهو مكون من ذرة واحدة من الصوديوم Na وذرة واحدة من الكلور Cl وصيغته الكيميائية NaCl، كما أن الماء مكون من ذرتين من الهيدروجين H، وذرة من الأكسجين O وصيغته الكيميائية H_2O، وهنا يشير الرقم السفلي (2) إلى ذرتين من الهيدروجين يتحدان مع ذرة واحدة من الأكسجين.

العنصر مادة نقية لا يمكن تجزئته إلى مواد أبسط بطرائق فيزيائية أو كيميائية بسيطة. يتكون المركب من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائياً

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



الشكل 18–2 يتحلل الماء إلى مكوناته: الأكسجين والهيدروجين بعملية التحليل الكهربائي.

حدد النسبة بين كمية الهيدروجين وكمية الأكسجين المنطلقين خلال التحليل الكهربائي للماء.

فصل المركّبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرائق كيميائية. وعمومًا فإن المركّبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقرارًا من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تتفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. ويبين **الشكل 18–2** تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغيير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له –الهيدروجين والأكسجين– من خلال عملية تسمّى "التحليل الكهربائي". يقوم التيار الكهربائي في هذه العملية بتحليل الماء H_2O إلى غاز الهيدروجين H_2 وغاز الأكسجين O_2. ولأن الماء H_2O يتكون من ذرتين من الهيدروجين H_2 وذرة أكسجين O فإن حجم غاز الهيدروجين H_2 الناتج يكون ضعف حجم غاز الأكسجين O_2.

ماذا قرأت؟ اشرح عملية التحليل الكهربائي.

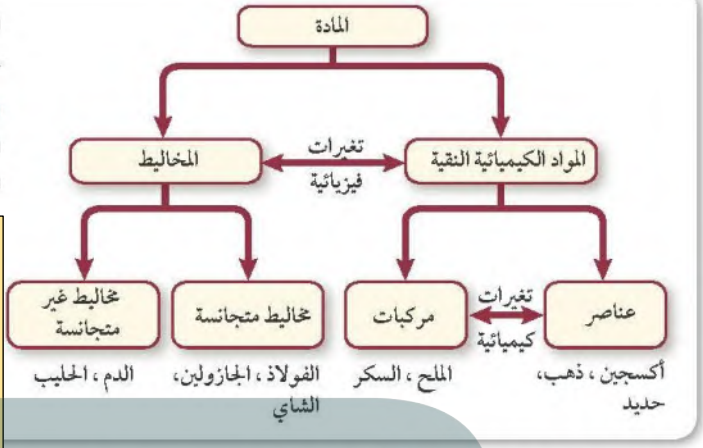
خواصّ المركّبات تختلف خواصّ المركّبات عن خواص العناصر الداخلة في تركيبها. ويوضح مثال الماء في **الشكل 18–2** هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفكيكه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيرًا عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديما اللون والرائحة، ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر. وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. يبين **الشكل 19–2** العناصر المكونة لمركب "يوديد البوتاسيوم". لاحظ اختلاف خواص يوديد البوتاسيوم KI عن خواص العنصرين المكونين له. البوتاسيوم K فلز فضي، واليود I_2 مادة صلبة سوداء اللون توجد على هيئة غاز بنفسجي اللون في درجة حرارة الغرفة، في حين أن يوديد البوتاسيوم KI ملح أبيض.

الشكل 19–2 عندما يتفاعل البوتاسيوم واليود يكوّنان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف عنهما في خواصه.

في عملية التحليل الكهربائي، توضع نهاية قطب طويل من البالتين في الماء داخل الأنبوب، وتوصل النهاية الأخرى بمصدر طاقة كهربائي .فيحلل التيار الكهربائي الماء إلى غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين. وبما أن الماء مكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين، فيكون حجم الهيدروجين الناتج ضعف حجم الأكسجين.

يوديد البوتاسيوم

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



الشكل 20–2 يمكن تصنيف المادة إلى عدة أصناف لها خواص محددة.

افحص كيف ترتبط المخاليط مع المواد النقية؟ وكيف ترتبط العناصر مع المركّبات؟

ترتبط المخاليط والمواد النقية معا من خلال التغيرات الفيزيائية. أما العناصر والمركبات فترتبط معا من خلال التغيرات الكيميائية

تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد نقية ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متجانسًا أو غير متجانس. وتعرف أيضًا أن العنصر مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها، في حين أن المركب ناتج عن اتحاد عنصرين أو أكثر، ويمكن تحليله إلى مكوناته. استعمل **الشكل 20–2** لمراجعة تصنيف المواد، وكيف ترتبط مكوناتها معًا.

ماذا قرأت؟ لخص الأنواع المختلفة من المادة، وكيف يرتبط بعضها مع بعض؟

تقسم المادة إلى مخاليط ومواد نقية، ويرتبط بعضها ببعض عن طريق التغيرات الفيزيائية .ويمكن أن تكون المخاليط متجانسة أو غير متجانسة. أما المواد النقية فتقسم إلى عناصر ومركبات ترتبط معا من خلال تغيرات كيميائية

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

قال تعالى: ﴿وَكُلُّ شَيْءٍ عِندَهُۥ بِمِقْدَارٍ ﴿٨﴾﴾ [الرعد] من الحقائق العجيبة في هذا الكون أن الله تعالى أوجد المركّبات، والتي تتكون من العناصر نفسها بنسب ثابتة ومقدَّرة بقدر منه سبحانه. وهذا ما يعرف بـ"قانون النسب الثابتة"، الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة، مهما اختلفت كمياتها. كما أن كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

يمكن التعبير عن الكميات النسبية للعناصر في مركب ما بالنسبة المئوية بالكتلة، وهي نسبة كتلة كل عنصر إلى كتلة المركب الكلية معبرًا عنها بالنسبة المئوية.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

نحصل على النسبة المئوية بالكتلة بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب، ثم ضرب هذه النسبة في مائة للتعبير عنها بنسبة مئوية.

ينص قانون النسب الثابتة على أن المركبً يتكون دائمً ا من العناصر نفسها متحدة معا بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كمية المادة

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب الثابتة.

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

الجدول 4-2 تحليل السكروز

العنصر	20.00 g من حبيبات سكر المائدة		500.00 g من سكر القصب	
	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)
كربون	8.44	$\frac{8.44\ g\ C}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0\ g\ C}{500\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30\ g\ H}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.50\ g\ H}{500\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26\ g\ O}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5\ g\ O}{500\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%

تتكوّن حبيبات سكر المائدة (السكروز) من ثلاثة عناصر، هي الكربون والهيدروجين والأكسجين. ويبين الجدول **4–2** نتائج تحليل 20.0 g من هذا السكر. لاحظ أن مجموع 20.0 g، وهي تساوي كمية حبيبات السكر التي تم تحليلها، الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تساوي مجموع

كروز الذي مصدره قصب السكر، والتي يبين الجدول **4–2**

يجب أن تتكون دائما من كربون بنسبة 42.20% وهيدروجين
بنسبة 51.30% مهما كان مصدرها.

المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين=
١١,١٪ = (١٢٠,٠g+ ١٥,٠g) /١٥,٠g

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين=
٥,٩٪= (٣٢,٠+ ٢,٠g)٢,٠g

بما أن التركيب الكتلي للمركبين مختلف، فإن المركبين يجب أن يكونا مختلفين

لا، إنك لن تكون متأكدا؛ لأن تساوي النسبة المئوية بالكتلة لأحد العناصر لا يضمن أن يكون تركيب كلٍّ مركب مماثل لتركيب الآخر

مسائل تدريبية

19. عينة من مركبٍ مجهولٍ كتلتها 78.0 g، تحتوي على 12.4 g هيدروجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب؟ ١٥,٩x

20. يتفاعل 1.0 g هيدروجين كليًّا مع 19.0 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟ ٥,٠x

21. تتفاعل 3.5 g من العنصر X مع 10.5 g من العنصر Y لتكوين المركب XY. ما النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين X و Y في المركب الناتج؟ ٢٥٪=x, ٧٥٪=y

22. تم تحليل مركبين مجهولين فَوُجِد أن المركب الأول يحتوي على 15.0 g هيدروجين و 120.0 g أكسجين، وأن المركب الثاني يحتوي على 2.0 g هيدروجين و 32.0 g أكسجين. هل المركبان مركب واحد؟ فسّر إجابتك.

23. تحفيز مركبان كل ما تعرفه عنهما أنهما يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسّر إجابتك.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

تختلف المركّبات تبعًا لاختلاف العناصر الداخلة في تركيبها. ومع ذلك، فإن مركّبات مختلفة قد تحتوي على العناصر نفسها. وهذا يحدث عندما تكون النسب الكتلية للعناصر المكونة لهذه المركبات مختلفة. ينص **قانون النسب المتضاعفة** على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتل أحد العناصر التي تتحد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة. ويتم التعبير عن النسب عادة باستعمال أعداد يفصل بينها نقطتان إحداها فوق الأخرى (2:3 مثلًا) أو على شكل كسر.

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب المتضاعفة بكلماتك الخاصة.

الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتضاعفة؛ فكلا المركبين مكوّن من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتي هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي أكسجين. لاحظ أن فوق أكسيد الهيدروجين يختلف عن الماء في أنه يحتوي على ضعف الكمية من الأكسجين، وعندما تقارن كتلة الأكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين بكتلته في الماء فستحصل على نسبة 1 : 2.

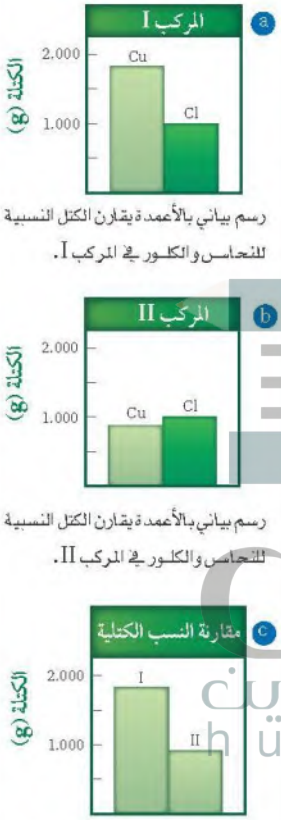
مركبات مكونة من نحاس وكلور من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين. ويبين **الجدول 5–2** نتائج تحليل المركبين؛ فالمركب رقم (I) يحتوي على 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب (II) على 47.27% نحاس، ويحتوي المركب (I) على 35.80% كلور، في حين يحتوي المركب (II) على 52.73% كلور. قارن بين نسب كتل الكلور في المركبين مستعينًا بالجدول 5–2 والشكل 21–2. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب I تساوي ضعف نسبة النحاس إلى الكلور في المركب II.

$$\frac{\text{النسبة الكتلية للمركب I}}{\text{النسبة الكتلية للمركب II}} = \frac{1.739\ \text{g Cu/gCl}}{0.8964\ \text{g Cu/gCl}} = 2.00$$

اختبار الرسم البياني فسر لماذا تكون نسبة كتلتي النحاس في المركبين 1:2؟

بسبب قانون النسب المتضاعفة

الشكل 21–2 اتحاد النحاس والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس والكلور في المركب I.

رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس والكلور في المركب II.

رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس في كلا المركبين. النسبة هي 2:1.

الجدول 5-2 تحليل البيانات لمركبي نحاس

المركب	Cu%	Cl%	كتلة Cu (g) في 100.0g من المركب	كتلة Cl (g) في 100.0 g من المركب	النسبة الكتلية $\left(\frac{\text{كتلة Cu}}{\text{كتلة Cl}}\right)$
I	64.20	35.80	64.20	35.80	1.793 g Cu/1 g Cl
II	47.27	52.73	47.27	52.73	0.8964 Cu/1 g Cl

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للحديد= ٦٠,٠٥٪، وللأكسجين= ٣٠,٠٥٪

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للحديد= ٧٧,٧٣٪ وللأكسجين= ٢٢,٢٧٪

ولذا فإن المركبين ليسا متماثلين. ونسبة لكتل للمركب (I) إلى المركب (II) هي ٢,٣

النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في الماء=

١٨٠/٢٠ x ١٠٠٪ =١١٪

النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في الماء=

١٨٠/١٦٠ x ١٠٠٪ =٨٩٪

...الجدول 5–2 والشكل **21–2**، ويسميان كلوريد النحاس I، ...وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفتين ...من النحاس تتحد كل منهما مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة ...صحيحة، تساوي 1: 2.

24. **الفكرة الرئيسة** قارن بين العناصر والمركبات.

25. صف الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

26. فسر كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات؟

27. اذكر مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

28. أكمل الجدول الآتي، ثم حلل البيانات الموجودة فيه لتقرر ما إذا كان المركب I والمركب II هما المركب نفسه. إذا كان المركبان مختلفين فاستعمل قانون النسب المتضاعفة لتبين العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركبين للحديد

المركب	الكتلة الكلية (g)	كتلة Fe (g)	كتلة O (g)	النسبة المئوية بالكتلة للحديد	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين
I	75.00	52.46	22.54		
II	56.00	43.53	12.47		

29. احسب النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء بالرجوع إلى الجدول الدوري.

30. ارسم رسماً بيانيًّا يوضح قانون النسب المتضاعفة.

لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بالطرائق الكيميائية العادية، في حين يمكن تجزئة المركبات

الجدول الدوري للعناصر منظم بالاعتماد على التشابهات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وتتكرر أنماط الخصائص المتشابهة من دورة إلى أخرى

يصف قانون النسب الثابتة التركيب الكتلي لمادة ما

يربط قانون النسب المتضاعفة تركيب مركبين مكونين من العناصر نفسها

في الميدان

مهن: المحقّق

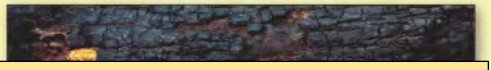
الكشف عن مسرّعات الحرائق المتعمدة

إذا احترق مستودع، وساده الخراب والدمار، وكانت الحرارة والدخان يملآن المكان، واللهب ينتشر، والجدران والسُّقف تتهاوى، فهل يمكنك تحديد ما إذا كان الحريق متعمدًا أو غير متعمد؟

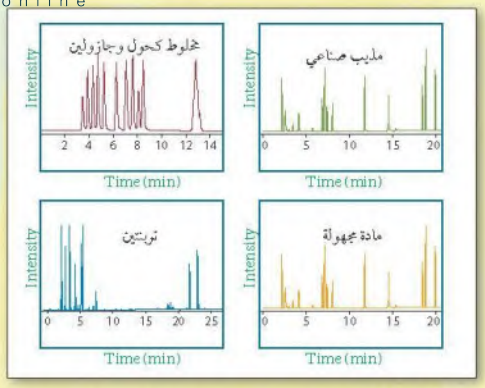
المسـرّعات إن من يحققون في الحرائق يحللون الأدلة لتقدير كيف بدأت النار؟ وكيف انتشرت؟ فإذا كان هناك شك في أن الحريق متعمد فإن احتمال مساهمة المسرّعات (مواد تسرّع انتشار النار) أمر وارد.

خـواص المسـرّعات قد تكون المسرّعات مفيدة إذا استعملت وقودًا، ويعد وجودها خطراً كبيراً في حال وجود حريق؛ فهي مذيبات قوية، وتمتص بسرعة، ولا تمتزج بسهولة مع الماء، وتطفو غالبًا فوقه. وفي درجات الحرارة العادية تنتج المسرّعات أبخرة يمكن أن تشتعل.

دلائل وجود المسرّعات من دلائل وجود المسرّعات نمط الاحتراق غير العادي، مثل المبين في الشكل 1. في هذه الحالة -التي تسمى نمط الاحتراق المتهاوي- تم صب سائل قابل للاحتراق في هذه المنطقة، وانتشر بين لوحات الأرضية إلى العوارض السفلية (أعمدة البناء السفلية).



يربط تتشابه اللوحة (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة معً كروماتوجرام مذيب صناعي إلى حدا كبير لأن المجرم لا بد أن يحتاج إلى مواد كيميائية مستعملة في الصناعة، إما من خلال مكان عمله أو مكان عمل أحد أفراد أسرته أو أصدقائه



الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوجرام) مميزة للمركبات

ومن المؤشرات الأخرى وجود بقع صغيرة على سطح أي مادة رطبة، شبيهة ببقع زيت السيارات الطافية على الوحل في شارع رطب. إذا رأى المحققون مثل هذه البقع فإنهم يأخذون عينات منها ليفحصوها.

التحليل الكيميائي يأخذ المحققون أي عينات يجمعونها إلى المختبر لتحليلها كيميائيًا. وهناك تفصل مكونات كل عينة بعضها عن بعض بعملية تسمى "الكروماتوجرافيا الغازية"، مما يجعل المكونات تظهر في شكل بياني (كروماتوجرام) كتلك المبينة في الشكل 2 لمخلوط من الكحول والجازولين والتربنتين ومذيب صناعي. وهذه الأشكال تشبه بصمات الأصابع؛ فهي تميز كل مادة. وبمقارنة الشكل البياني (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة مع الأشكال الخاصة بالمركبات المعروفة يمكن تحديد نوع المسرع.

الكتابة في الكيمياء

التفكير الناقد انظر إلى الشكل البياني (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة، وقارنه بالأشكال الخاصة بالمواد الثلاث المعروفة. هل تستطيع معرفة أي مسرع استُعمل؟ هل تعطيك هذه المعرفة أي تصور عمن قام بالجريمة؟ فسّر إجابتك.

مختبر الكيمياء

تحديد نواتج التفاعل الكيميائي

الخلفية يمكن دراسة التغيرات الكيميائية بملاحظة التفاعلات الكيميائية. ويمكن تحديد نواتج التفاعلات من خلال اختبار اللهب.

سؤال هل يتفاعل النحاس مع نترات الفضة؟ ما العناصر التي تتفاعل؟ وما المركب الناتج عن تفاعلها؟

المواد والأدوات اللازمة

محلول $AgNO_3$	حلقة من الحديد
ورق صنفرة	حامل حلقي
ساق تحريك زجاجية	طبق بتري بلاستيكي
ورق ترشيح	لهب بنزن
كأس زجاجية 50 mL	مشابك ورق
مخبار مدرج 50 mL	سلك نحاسي
دورق مخروطي 250 mL	قمع

إجراءات السلامة

تحذير: نترات الفضة سامة جدًّا، لذا تجنب ملامستها للعين والجلد.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. ادلك سلكًا نحاسيًّا طوله 8 cm بورق الصنفرة حتى يصبح لامعًا. لاحظ خصائصه الفيزيائية ودوِّنها.
3. ضع 25 mL من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ في كأس سعتها 50 mL، ودوِّن خصائصه الفيزيائية.
4. اجعل جزءًا من السلك على هيئة ملف زنبركي الشكل، واجعل من طرف جزئه الآخر خطافًا وعلقه في ساق التحريك.
5. ضع ساق التحريك على فوهة الدورق بشكل عرضي، بحيث ينغمر جزء من السلك في المحلول.
6. سجّل ملاحظاتك عن السلك والمحلول كل 5 دقائق مدة 20 دقيقة.
7. حضِّر جهاز الترشيح: صل الحلقة الحديدية بالحامل الحلقي، وعدِّل ارتفاعها بحيث تصل نهاية القمع إلى داخل عنق الدورق المخروطي.
8. اثن ورقة الترشيح الدائرية نصفين مرتين لتكوين دائرة، وقص الجزء السفلي من الجهة اليمنى للورقة المقابل لك، ثم افتح الورقة المطوية على شكل مخروط وضعها في القمع.
9. أخرج السلك من الدورق، وتخلص منه بحسب توجيهات معلمك.
10. مستعينًا بالساق الزجاجية، اسكب السائل ببطء داخل القمع؛ لكي تحجز المواد الصلبة الناتجة في ورقة الترشيح.
11. اجمع ما ترشح في الدورق المخروطي، وانقله إلى طبق بتري.
12. عدِّل شدة لهب بنزن حتى يصبح لونه أزرق، ثم استخدم الملقط لتسخّن مشبك الورق على اللهب حتى يثبت لونه.
13. اغمر المشبك الساخن في السائل في طبق بتري، مستخدمًا الملقط. ثم ضعه مرة أخرى فوق اللهب، وسجّل اللون الذي لاحظته. بعد إزالة المشبك عن اللهب اتركه ليبرد قبل أن تلمسه بيدك.
14. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من المواد الكيميائية وفق توجيهات معلمك.

حلّل واستنتج

1. **لاحظ واستنتج** صف التغيرات التي لاحظتها في الخطوة 6. هل كان هناك دليل على حدوث تغير كيميائي؟ توقع المواد الناتجة.
2. **قارن** ابحث في أحد المصادر لتحديد ألوان كل من فلز الفضة، ونترات النحاس في الماء، ثم قارن هذه المعلومات بملاحظاتك على المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الخطوة 6.
3. **حدّد** يبعث النحاس ضوءًا أزرق مائلًا إلى الخضرة في اختبار اللهب. هل تؤكد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جُمع في الخطوة 11؟
4. **صنّف** من أي أنواع المخاليط يعد نترات الفضة في الماء؟ أيّ أنواع المخاليط تكوَّن بعد الخطوة 6؟

التوسع في الاستقصاء

قارن ملاحظاتك مع ملاحظات زملائك في المجموعات الأخرى، وكوّن فرضية لتفسير أي اختلافات، ثم صمم تجربة لاختبارها.