

أنواع المعادن Types of Minerals

الأهداف

- تتعرف مجموعات المعادن المختلفة.
- توضح مجسم السيليكا الرباعي الأوجه.
- تناقش كيف تستعمل المعادن؟

مراجعة المفردات

رابطة كيميائية: القوة التي تربط ذرتين إحداهما بالأخرى.

المفردات الجديدة

السيليكات
الهرم الرباعي الأوجه
الخام
الأحجار الكريمة

الفكرة الرئيسة تُصنف المعادن اعتمادًا على خواصها الكيميائية والفيزيائية.

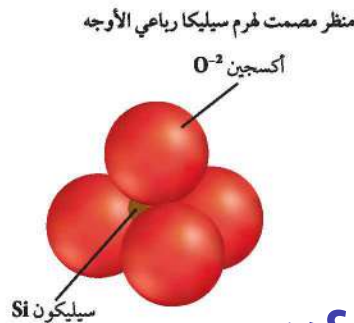
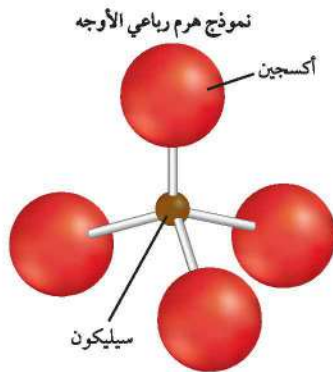
الربط مع الحياة. يُصنف كل شيء في العالم إلى مجموعات مختلفة، فالطعام والحيوانات والنباتات وغيرها تُصنف في مجموعات اعتمادًا على بعض صفاتها أو خصائصها. ولا تختلف المعادن في ذلك؛ حيث تُصنف هي أيضًا في مجموعات.

مجموعات المعادن Minerals Groups

ترتبط العناصر بعضها مع بعض بطرائق وأشكال ونسب مختلفة، ويتج عن ذلك تكوّن آلاف المعادن. ولتسهيل دراسة المعادن وفهم خواصها صَنَّفها الجيولوجيون إلى مجموعات، ولكل مجموعة طبيعة كيميائية محددة وخصائص مميزة.

السيليكات Silicate يُعد الأكسجين أكثر العناصر شيوعًا في القشرة الأرضية، يليه السيليكون، وتسمى المعادن المحتوية على الأكسجين والسيليكون وعنصر آخر أو أكثر - في الغالب - **السيليكات Silicate**. وتشكل السيليكات 96٪ تقريبًا من المعادن الموجودة في القشرة الأرضية. ويتبع المعدنان الأكثر شيوعًا (الفلسبار والكوارتز) مجموعة السيليكات.

وحدة البناء الأساسية للمعادن السيليكاتية هي سيليكات الهرم الرباعي الأوجه المبين في الشكل 1-15. والهرم الرباعي الأوجه **Tetrahedron** جسم صلب محاط بأربعة أوجه من مثلثات متساوية الأضلاع على شكل هرم، لذا يمكن تسميته هرم السيليكات. من المعروف أن الإلكترونات في مستويات الطاقة الأخيرة في الذرة تسمى إلكترونات التكافؤ. ويحدد عدد إلكترونات التكافؤ نوع وعدد الروابط الكيميائية التي تشكلها الذرة، ولأن للذرة السيليكون أربعة إلكترونات تكافؤ، فلديها القدرة على الارتباط بأربع ذرات أكسجين بطرائق متعددة، مما يسمح بوجود معادن السيليكات بتركييب متنوعة، وخصائص مختلفة. كما في الشكل 1-16.



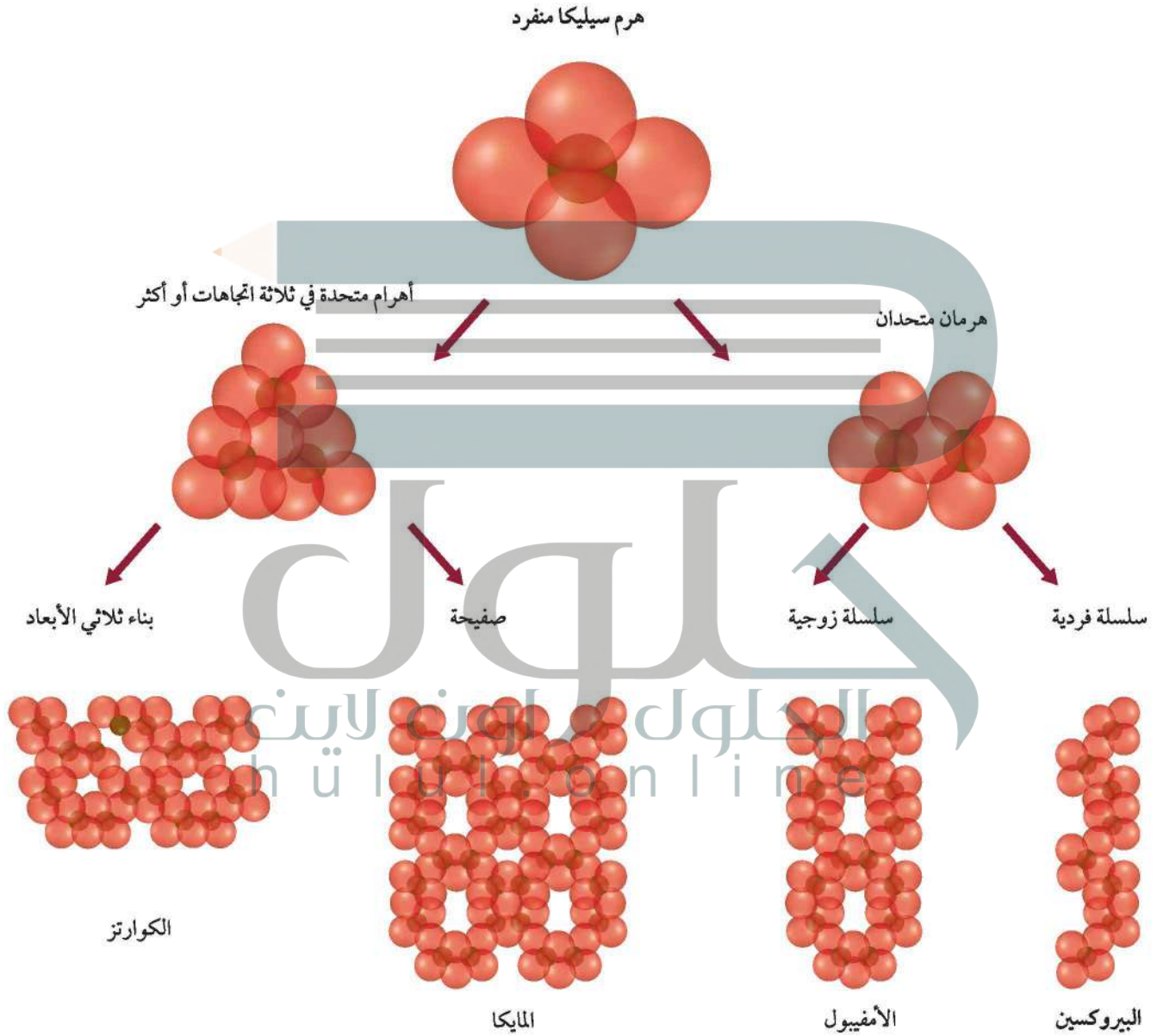
الشكل 1-15 يشكل أيون السيليكا SiO_4^{4-} ما يسمى سيليكات رباعي الأوجه (هرم السيليكات)؛ حيث توجد ذرة السيليكون في مركزه الذي يرتبط برابطة تساهمية مع أيونات الأكسجين.

حدد عدد الذرات في الهرم الواحد.

يوجد خمس ذرات في رباعي الأوجه منها 4 ذرات أكسجين وذرة سيلكون

أهرامات السيليكا Silica Tetrahedron

الشكل 1-16 تحتوي أهرامات السيليكا على أربعة أيونات أكسجين مرتبطة مع ذرة سيليكون مركزية، وتتحد أهرامات السيليكا، بعضها مع بعض على شكل سلاسل وصفائح وتراكيب معقدة، وتصبح هذه التراكيب معادن سيليكاتية متعددة في الأرض.





الإسبتوس



المايكا

الشكل 1-17 تختلف المعادن السيليكاتية اعتياداً على ترتيب أهرامات السيليكا فيها. فمثلاً ترتبط أهرامات السيليكا على شكل سلاسل زوجية في الإسبتوس بينما ترتبط على شكل صفائح في المايكا. وفي كلا النوعين تكون الروابط ضعيفة بين السلسلتين وبين كل صفيحتين.

ترتبط أيونات رباعي الأوجه بعضها مع بعض بروابط قوية لتشكل الصفيحة أو السلسلة أو تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد. والروابط بين الذرات تساعد في تنوع خصائص المعادن، ومنها المكسر والانقسام.

يظهر الشكل 1-17 الصفائح السيليكاتية (Phyllosilicate)، حيث ترتبط كل من أيونات البوتاسيوم الموجبة أو الألومنيوم مع صفائح الأهرامات السالبة الشحنة، وتنقسم المايكا إلى صفائح بسهولة؛ لأن قوى التجاذب بين صفائح أهرامات السيليكا وأيونات الألومنيوم والبوتاسيوم ضعيفة. ويتكون الإسبتوس أيضاً من سلاسل مزدوجة من أهرامات السيليكا، وتنتج عن ضعف الروابط بين هذه السلاسل المزدوجة الطبيعة اللينة لمعدن الأسبتوس.

الكربونات Carbonates يتحد الأكسجين بسهولة مع معظم العناصر تقريباً مكوناً مجموعات معدنية منها الكربونات. والكربونات معادن مكونة من أيونات فلز أو أكثر موجبة الشحنة متحدة مع أيون الكربونات CO_3^{2-} سالب الشحنة.

ومن أمثلة الكربونات: الكالسيت والدولوميت والروودوكروزييت. وتوجد معادن

المفردات

صفائح

الاستعمال العلمي

صفائح سيليكا رباعي الأوجه

الاستعمال الشائع

صفائح المعجنات والحلويات

الشكل 1-19 استعمال المعادن عبر الزمن تغيرت قيم المعادن واستعمالها عبر الزمن.

800 ق.م استعمال الألماس في الهند، ومنها انتشر إلى أماكن أخرى في العالم، في القطع، والحفر، وفي الحلي.



3000-3300 ق.م شاعت الأسلحة البرونزية في منطقة الشرق الأدنى مع بزوغ فجر الإمبراطوريات القوية.

500 قبل الميلاد

3000 قبل الميلاد

10000 قبل الميلاد

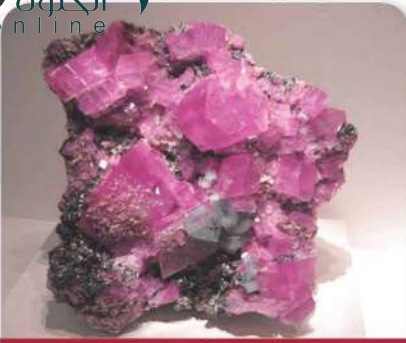
506 ق.م سيطرت روما على صناعة الملح في أوستايا. وقد دفعت روما رواتب لجنودها على شكل حصص من الملح.



1000-1200 ق.م أصبح البرونز في الشرق الأدنى نادراً، واستعمل الحديد بدلاً منه في صناعة الأدوات والأسلحة.



9000-12000 ق.م أدى الطلب على الأوبسديان وهو زجاج بركاني يستخدم في صنع الأدوات إلى تشكيل أول طريق تجاري طويل.



الرودوكروزيت



الكالسيت

الشكل 1-18 من الأمثلة عن الكربونات الرودوكروزيت والكالسيت.

الكربونات في الصخور الجيرية والرخام، وتمتاز بعض معادن الكربونات ومنها الكالسيت بتعدد ألوانها بسبب وجود شوائب فيها، كذلك يتميز معدن الرودوكروزيت بلونه الوردي المين في الشكل 1-18.

الأكاسيد Oxides مركبات تتألف من أكسجين وفلز. وتعد معادن الهيماتيت Fe_2O_3 والماجنيتيت Fe_3O_4 أكاسيد حديد شائعة، ومصدرًا جيدًا للحديد. ومعدن اليورانينيت UO_2 معدن قيم؛ لأنه يشكل المصدر الرئيس لليورانيوم المستخدم في إنتاج الطاقة النووية.

الفوسفات Phosphate معادن تحتوي على أيون الفوسفات $(Ph_4)^{3-}$ ضمن تركيبها الكيميائي. ومن أشهر معادن هذه المجموعة الأباتيت (F, Cl, OH) $Ca_5(PO_4)_2$ ، وتستخدم الفوسفات في صناعة الأسمدة وإنتاج حامض الفوسفوريك.

المجموعات الأخرى Other groups هناك مجموعات معدنية رئيسية أخرى، ومنها الكبريتات والكبريتيدات والهاليدات والفوسفات والعناصر الحرة (الأصلية). فالكبريتيدات - ومنها البيريت FeS_2 - مركبات تتألف من الكبريت وعنصر واحد أو أكثر. أما الكبريتات - ومنها الأنهدريت $CaSO_4$ - فهي مركبات لعناصر متحدة مع أيون الكبريتات SO_4^{2-} . وتتكون الهاليدات - ومنها معدن الهاليت $NaCl$ - من أيونات الكلوريد أو الفلوريد متحدة مع كالسيوم أو صوديوم أو بوتاسيوم. والعناصر الحرة - ومنها الفضة Ag أو النحاس Cu - مكونة من عنصر واحد فقط كما في الشكل 1-3 السابق.

المعادن الاقتصادية Economic Minerals

تستعمل المعادن في صناعة الحواسيب والسيارات والتلفزيونات والمكاتب والطرق والبنيات والمجوهرات والدهانات وأدوات الرياضة والأدوية، وفي صناعات أخرى كثيرة. وتوضح الاستعمالات المختلفة للمعادن عبر التاريخ بدراستك

2006 م هنالك 242 محطة طاقة نووية وقودها اليورانيوم تعمل عبر العالم بقدرة كلية مقدارها 369.566 جيغا وات.

1546 م ساعدت مناجم الفضة في أمريكا الجنوبية الأسبان على تأسيس تجارة عالمية قوية، وتوفير الفضة اللازمة في صك النقود.

800-900 م استعمل الكيميائيون الصينيون الملح الصخري وعنصري الكبريت والكربون في صناعة ملح البارود الذي استعمل للمرة الأولى في الألعاب النارية، واستعمل في وقت لاحق في الأسلحة.



2000 ميلادية

1500 ميلادية

500 ميلادية

1927 م حققت أول ساعة كوارتز نجاحًا في الحفاظ على دقة الوقت، وقد ساهمت خصائص الكوارتز في تطوير صناعة المذياع والرادار والحاسوب.



200-400 م مكنت أدوات الزراعة والأسلحة الحديدية الناس من الهجرة عبر إفريقيا لاستصلاح الأراضي وإقامة المستوطنات والحلول محل مجتمعات الصيد.

يلخص الجدول 1-4 مجموعات المعادن واستعمالاتها الرئيسية.

الجدول 1-4	مجموعات المعادن الرئيسية	المجموعة
السيليكات	المايكا (بيوتيت) أوليفين Mg_2SiO_4 الكوارتز SiO_2 الفيرميكيوليت	نوافذ الأفران الأحجار الكريمة (بيرودوت) صناعة الزجاج يضاف لتربة الأرصص
الكبريتيدات	البيريت FeS_2 المركرزيت FeS_2 الجالينا PbS السفاليريت ZnS	صناعة حمض الكبريتيك مجوهرات خام الرصاص خام الزنك
الأكاسيد	الهيماتيت Fe_2O_3 الكوروندم Al_2O_3 اليورانينيت UO_2 الإلمنيت $FeTiO_3$ الكروميت $FeCr_2O_4$	خام حديد، صبغة حمراء حجر جملخ، مجوهرات (الياقوت، زفير) مصدر لليورانيوم مصدر للتيتانيوم، صبغة، يستعاض به عن الرصاص في الدهانات مصدر للكروم، وصلات سباكة، إضافات للسيارات.
الكبريتات	الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ الأنهيدريت $CaSO_4$	أعمال المسح، مثبت لتصلب الأسمنت أعمال المسح الجيولوجية.
الهاليدات	الهاليت $NaCl$ الفلوريت CaF_2 السلفيت KCl	ملح الطعام، علف للمواشي، قاتل للأعشاب، إعداد الأطعمة وحفظها صناعة الفولاذ، صناعة أدوات الطهي صناعة الأسمدة
الفوسفات	الآباتيت $Ca_5(PO_4)_3(OH, F, Cl)_2$	صناعة الأسمدة
الكربونات	الكالسيت $CaCO_3$ الدولوميت $CaMg(CO_3)_2$	صناعة الأسمنت والجير والطباشير صناعة الأسمنت والجير، مصدر للكالسيوم والمغنسيوم في الفيتامينات
العناصر الحرة الطبيعية (الأصلية)	الذهب Au النحاس Cu الفضة Ag الكبريت S الجرافيت C	العملات المعدنية والمجوهرات العملات المعدنية والأسلاك الكهربائية والمجوهرات العملة والمجوهرات والتصوير الأدوية والصناعات الكيميائية (أعواد الثقاب والألعاب النارية) أقلام الرصاص والتشحيم

المخطط الزمني في الشكل 1-19.

الخامات Ores كثير من المواد التي سبق ذكرها مصنوع من الخامات. ويسمى المعدن **خامًا Ore** إذا احتوى على مواد قيمة يمكن تعدينها، بحيث تكون مجدية اقتصاديًا. فالهيماتيت على سبيل المثال خام يحتوي على عنصر الحديد، فالمواد المصنوعة من الحديد في غرفة صفك مصدرها على الأغلب خام الهيماتيت، والمواد المصنوعة من الألومنيوم مصدرها خام البوكسيت، والدراجة النارية في الشكل 1-20 مصنوعة من فلز التيتانيوم الذي يستخرج من معدن الإلمنيت. ويتم استكشاف المعادن الاقتصادية بطرق مختلفة منها الاستشعار عن بُعد



الشكل 1-20 أجزاء من هذه الدراجة مصنوعة من التيتانيوم؛ لخفة وزنه ومتانته الجيدة، مما يجعله فلزًا مثاليًا للاستخدام.

- ج1: ترتبط العناصر بعضها مع بعض بطرائق عدة وتعتمد الخصائص المعدنية، ومنها القساوة واللون على العناصر المكونة للمعادن وكيفية ارتباط بعضها مع بعض؛ لذا تختلف المعادن باختلاف العناصر المكونة لها
- ج2: السيليكون والأكسجين؛ المجموعة هي مجموعة السيليكات
- ج3: إجابة محتملة: لا يعد الأذبال معدناً لأن له بعض خصائص المعادن الطبيعي وصلب وله مكونات كيميائية محددة) ولكن لا تتوافر فيه صفات أخرى ليس له بناء داخلي منتظم، أي أن ذراته غير مرتبة بصورة هندسية منتظمة
- ج4: تشير قيمة الوزن النرعي إلى أن التيتانيوم أخف وزناً وتشير المكونات الكيميائية إلى أن الفولاذ بسبب وجود الحديد والأكسجين في مكوناته سوف يصدأ مع الزمن والفلز الأفضل للاستخدام هو التيتانيوم
- ج5: يترك للطالب

التقويم 1-2

فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية صغ جملة توضح العلاقة بين العناصر الكيميائية وخواص المعادن.
2. اعمل قائمة توضح العنصرين الأكثر شيوعاً في القشرة الأرضية، واذكر اسم المجموعة المعدنية التي يشكلانها.

التفكير الناقد

3. كوّن فرضية تفسر لماذا لا يعد الأوبال معدناً.
4. قوّم أي الفلزات الآتية يفضل استخدامه في الأدوات الرياضية وفي التطبيقات الطبية: التيتانيوم الذي وزنه النوعي 4.5 ويحتوي على Ti فقط، أم الفولاذ الذي وزنه النوعي 7.7 ويحتوي على Cr و O و Fe؟

الكتابة 2 الجيولوجيا

5. صمّم إعلاناً لبيع معدن من اختيارك. يمكنك اختيار أحجار كريمة أو معدن مهم صناعياً، وضمّن الإعلان أي معلومات تظن أنها تساعدك على بيع المعدن.

الخلاصة

- ترتبط ذرة من السيليكون مع أربع ذرات من الأكسجين لتكوين هرم رباعي الأوجه.
- مجموعات المعادن الرئيسية تتضمن السيليكات والكربونات والأكاسيد والكبريتات والفوسفات والكبريتيدات والهاليدات والعناصر الحرة.
- يحتوي الخام على مادة قيمة، تعدينها مجّد اقتصادياً.
- الأحجار الكريمة معادن قيمة لندرتها وجمالها.

السياحة الجيولوجية

في الميدان

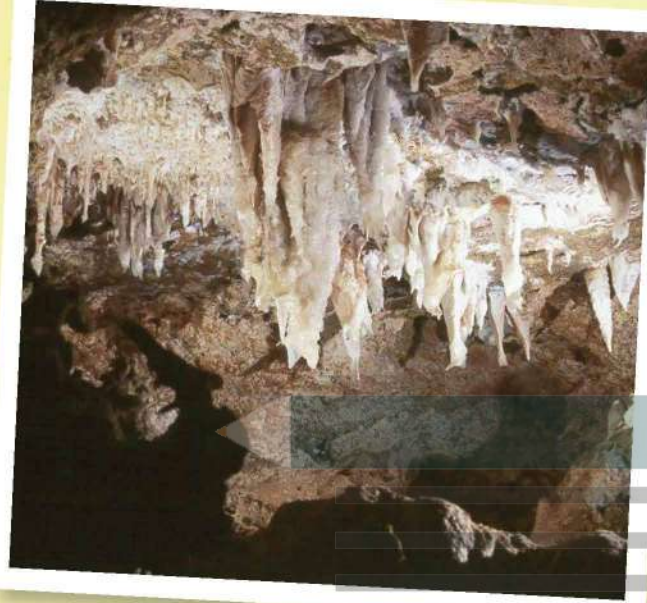
الدحول في المملكة العربية السعودية

تعتبر الدحول الصحراوية في المملكة العربية السعودية واحدة من أجمل وأروع المناطق السياحية الطبيعية في الصحراء. وقد تكونت هذه الدحول ببطء عبر مئات الألوف من السنين. وتقوم هيئة المساحة الجيولوجية السعودية بدراسة الدحول، ومنها الواقعة في منطقة الصمان شمال شرق الرياض، واتخاذ الإجراءات اللازمة للمحافظة عليها.

والدحول - مفردھا دحل - فتحات في الأرض، أشبه بالأنفاق، يصل قُطر فوّهة بعضها إلى حوالي ٢٠ مترًا. وتتكون الدحول نتيجة تسرب المياه عبر الشقوق في الصخور، ومع مرور الزمن يذوب الصخر وتتكون الدحول. وتنمو في الدحول بلورات من معدني الكالسيت والجبس بأشكال وألوان مميزة، وتختلف البلورات في أطوالها حيث يتجاوز بعضها المتر أحيانًا.

كيف تكونت هذه البلورات؟ تحتاج البلورات إلى أشياء عدة لكي تتكون، أولها الفراغ وهو الدحل، وتحتاج البلورات في تكوينها أيضًا إلى مصدر من الماء غني بالمعادن الذائبة. وهناك عوامل أخرى أيضًا، منها: الضغط، درجة الحرارة، مستوى الماء في الكهف، كيميائية المياه الغنية بالمعادن.

ومن الدحول المشهورة في المملكة العربية السعودية: دحل سلطان الذي يقع بالقرب من قرية المعاقلة في منطقة الصمان الذي يتميز بمدخل ضيق، يقود إلى بهو رائع، تتدلى من سقفه الهوابط الجميلة. وفيه ممرات عديدة، ممتدة، ويمتلئ في الشتاء بالمياه.



ومن الدحول أيضًا دحل درب نجم، في صحراء المجمعة الشرقية وهو أقدم الدحول المكتشفة، ودحل هيت في جبال الجبيل بالقرب من الخرج وهو من أعجب وأغرب الدحول في المملكة العربية السعودية؛ حيث اكتشف في باطنه بحيرة تقع على عمق مئة متر تقريبًا تحت سطح الأرض. كذلك دحل المربع ودحل المفاجأة في منطقة الصمان الذي يوصف بأنه أجمل الدحول على الإطلاق؛ لما فيه من مناظر خلابة ناتجة عن تبلور معدن الكالسيت على شكل هوابط وصواعد وأعمدة في غرفتي الثريا والأنيا.

الجيولوجيا

الكتابة في

بحث: ابحث في الإنترنت والموسوعات العلمية حول أحد الدحول أو الكهوف الشهيرة، أو زر - مصطحبًا معلمك - أحد الدحول القريبة من منطقتك، ووثق زيارتك بصور أو عينات صخرية تجمعها ثم اكتب تقريرًا يتضمن المعلومات التي حصلت عليها

يجب أن يتضمن البحث مواقع الكهوف وحجومها وأنواع تكويناتها والمعادن التي تكونت منها

مختبر الجيولوجيا

صمم بنفسك

دليل المعادن الميداني

6. اقرأ المخطط وتأكد إذا كانت جميع الخطوات مقبولة وقابلة للتنفيذ أم لا.
7. هل هناك إجراء يحتاج إلى بحث إضافي؟ استخدم المراجع العلمية أو الإنترنت لجمع المعلومات اللازمة لإنجاز الدليل.
8. ما المعلومات الإضافية التي يتضمنها الدليل؟ يمكن أن يبين الدليل طريقة تكوّن كل معدن، واستعمالاته وصيغته الكيميائية وصورة معنونة للمعدن أو رسم المعدن.

خلفية علمية: هل استخدمت دليلًا ميدانيًا من قبل لتعرف الطيور أو الأزهار أو الصخور أو الحشرات. إذا فعلت ذلك فأنت تعرف أن الدليل الميداني لا يحتوي فقط صورًا لما تبحث أو ترغب في معرفته، بل أكثر من ذلك؛ إذ يحتوي الدليل الميداني للمعادن على خلفية علمية عن المعادن عمومًا، ومعلومات محددة عن كل معدن، تتضمن خصائصه، وتكوينه، واستعمالاته.

سؤال: ما المعلومات التي يجب أن يتضمنها دليل المعادن الميداني لمساعدة القارئ على تعرّف معدن مجهول؟

التحليل والاستنتاج

1. حلل أيّ الاختبارات أكثر تمييزًا للمعادن؟ وأيّها أقل تمييزًا؟ ناقش الأسباب التي تجعل خاصية ما أكثر فائدة من غيرها في تعرف المعدن.
2. لاحظ وفسّر أيّ المعادن يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك؟ ولماذا تظهر الفقاعات على سطح العينة؟
3. الربط مع الكيمياء اكتب معادلة كيميائية موزونة تصف فيها التفاعل الكيميائي بين المعدن والحامض.
4. اخصّص ما المعلومات التي تتضمنها الدليل؟ وما المصادر التي استخدمت لجمع المعلومات؟ صف تصميم صفحة الدليل.
5. قوّم ما إيجابيات وسلبيات الدليل؟
6. استخلص النتائج اعتمادًا على نتائجك، هل هناك أي فحص حاسم يمكن استعماله بشكل دائم لتمييز المعادن؟ وضح إجابتك.

الأدوات

عينات معادن	قطعة نحاس
عدسة مكبرة	مشبك أوراق
لوح زجاج	مغناطيس
لوح المخدش (قطعة خزف)	حمض هيدروكلوريك مخفف
مقياس موهس للقساوة	قطارة
مسار أو دبوس فولاذي	مرجع علمي للمعادن



إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل تنفيذها.
3. نظّم مع أفراد مجموعتك الخطوات التي ستبناها لإعداد الدليل الميداني، مع الأخذ في الاعتبار المواد المتاحة التي تحتاج إليها عند التخطيط للعمل.
4. هل يجب أن تكرر إجراءات فحص أي خاصية للمعدن؟ وكيف تعرف إذا كانت خاصية معينة تدل على معدن معين دون سواه؟
5. صمم جدول بيانات لتلخيص نتائجك، وتأكد من وجود عمود لتسجيل إذا كان الدليل يتضمن اختبارًا محددًا يتم من خلاله تعرف المعدن أم لا. ويمكنك استعمال هذا الجدول كأساس لدليلك الميداني.

الكتابة في الجيولوجيا

مشاركة الزملاء أرسل ملخص نتائجك إلى زملائك في الصف أو المدرسة. قارن بين نتائجك ونتائج طلاب آخرين نفذوا هذه التجربة.