

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ویژگی‌های مطلوب مواد و وسایل آموزشی

زمین‌شناسی

(دورهٔ متوسطه)



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
معاونت تألیف، تولید مواد و رسانه‌های آموزشی
دفتر تکنولوژی آموزشی و کمک آموزشی

فهرست مطالب

۹.....	مقدمه
۱۱.....	نام وسایل، تعاریف، ویژگی ها و آزمون ها
۱۱.....	۱- کانی ها
۱۲.....	گروه سیلیکات ها
۱۲.....	گروه الیوین (Olivine)
۱۴.....	سرپانتین (Serpentine)
۱۵.....	تالک (Talc)
۱۷.....	آزبست (Asbestose)
۱۹.....	گروه پیروکسن (Pyroxen)
۲۱.....	ولاستونیت (Wollastonite)
۲۳.....	گروه آمفیبول (Amphibole)
۲۵.....	گلوکوفان (Glaucothane)
۲۷.....	بیوتیت (Biotite)
۲۹.....	مسکوویت (Muscovite)
۳۱.....	گروه فلدسپات (Feldspar)
۳۱.....	فلدسپات پلاژیوکلاز (Plagioclase)
۳۳.....	فلدسپات ارتوکلاز (Orthoclase)
۳۵.....	گروه گارنت (Garnet)
۳۷.....	گروه سیلیس (SiO ₂)
۳۷.....	کوارتز (Quartz)
۳۹.....	اوپال (Opal)
۴۱.....	کائولینیت (Kaolinite)

۴۳.....	گروه فسفات‌ها (Phosphates)
۴۳.....	فیروزه (Turquoise)
۴۵.....	آپاتیت (Apatite)
۴۷.....	گروه اکسیدها (Oxides)
۴۷.....	هماتیت (Hematite)
۴۹.....	مانیتیت (Magnetite)
۵۱.....	کرنندوم (Crenum)
۵۳.....	لیمونیت (Limonite)
۵۵.....	گروه سولفات‌ها
۵۵.....	باریت (Barite)
۵۷.....	انیدریت (Anhydrite)
۵۹.....	گروه سولفیدها (Sulphides)
۵۹.....	پیریت (pyrite)
۶۱.....	گالن (Galena)
۶۳.....	اسفالریت (Sphalerite)
۶۵.....	گروه کربنات‌ها (Carbonates)
۶۵.....	کلسیت (Calcite)
۶۷.....	دولومیت (Dolomite)
۶۹.....	مالاکیت (Malachite)
۷۱.....	آراگونیت (Aragonite)
۷۳.....	گروه هالیدها (Halides)
۷۳.....	هالیت (Halite)
۷۵.....	سیلویت (Sylvite)
۷۷.....	فلوئوریت (Fluorite)
۷۹.....	ژیپس (Gypsum)
۸۱.....	عناصر آزاد
۸۱.....	طلا (Gold)

۸۳.....	مس (Copper).....
۸۵.....	گوگرد (Sulphur).....
۸۷.....	گرافیت (Graphite).....
۸۹.....	الماس (Diamond).....
۹۱.....	۲- سنگ‌ها (Rocks).....
۹۱.....	الف- سنگ‌های آذرین (Igneous Rocks).....
۹۱.....	الف-۱) سنگ‌های اسیدی.....
۹۲.....	پگماتیت (Pegmatite).....
۹۳.....	گرانیت (Granite).....
۹۵.....	ریولیت (Rhyolite).....
۹۷.....	ابسیدین (Obsidian).....
۹۹.....	پوکه معدنی (Pumice).....
۱۰۰.....	الف-۲) سنگ‌های خنثی (حد واسط).....
۱۰۰.....	دیوریت (Diorite).....
۱۰۲.....	آندزیت (Andesite).....
۱۰۳.....	الف-۳) سنگ‌های بازیک.....
۱۰۳.....	گابرو (Gabbro).....
۱۰۵.....	بازالت (Basalt).....
۱۰۶.....	الف-۴) سنگ‌های فوق بازیک.....
۱۰۶.....	پریدوتیت (Peridotite).....
۱۰۸.....	ب) سنگ‌های رسوبی (Sedimentary Rocks).....
۱۰۸.....	ب-۱) سنگ‌های رسوبی آواری.....
۱۰۹.....	ب-۱-۱) سنگ‌های رسوبی آواری دانه ریز.....
۱۰۹.....	شیل (Shale).....
۱۱۱.....	گل‌سنگ (Mudstone).....
۱۱۳.....	سیلت سنگ (Siltstone).....
۱۱۵.....	ب-۱-۲) سنگ‌های رسوبی آواری دانه متوسط.....

۱۱۵.....	آرکوز (Arkose).....
۱۱۷.....	کوارتز آرنیت (Quartz arenite).....
۱۱۹.....	ب-۱-۳) سنگ‌های رسوبی آواری دانه درشت.....
۱۱۹.....	کنگلومرا (Conglomerate).....
۱۲۱.....	برش (Breccia).....
۱۲۳.....	ب-۲) سنگ‌های رسوبی شیمیایی و بیوشیمیایی.....
۱۲۳.....	سنگ آهک (Calcareous Rock).....
۱۲۵.....	تراورتن (Travertine).....
۱۲۷.....	سنگ آهک بیوشیمیایی یا آلی (Biochemical Calcareous Rock).....
۱۲۸.....	کوکینا (Coquina).....
۱۲۹.....	گل سفید (Chalk Rock).....
۱۳۰.....	چرت (Chert).....
۱۳۱.....	کلسدونی (Chalcedony).....
۱۳۳.....	فلینت (Flint).....
۱۳۴.....	چرت بیوشیمیایی یا آلی (Biochemical Chert).....
۱۳۶.....	زغال سنگ (Coal).....
۱۳۷.....	ب-۳) سنگ‌های رسوبی ولکانی کلاستیک (آذر آواری).....
۱۳۷.....	سنگ‌های آذر آواری.....
۱۳۷.....	توفیت (Tuffite).....
۱۳۹.....	ج) سنگ‌های دگرگونی.....
۱۳۹.....	ج-۱) سنگ‌های دگرگونی دارای جهت یافتگی.....
۱۳۹.....	سنگ لوح (Slate).....
۱۴۱.....	فیلیت (Phyllite).....
۱۴۳.....	شیست (Schist).....
۱۴۴.....	گنیس (Gneiss).....
۱۴۶.....	ج-۲) سنگ‌های دگرگونی فاقد جهت یافتگی.....
۱۴۶.....	مرمر (Marble).....

۱۴۷.....	کوارتزیت (Quartzite).....
۱۴۸.....	هورنفلس (Hornfels).....
۱۵۰.....	سرپانتینیت (Serpentinite).....
۱۵۱.....	۳- مدل ها و ماکت ها.....
۱۵۱.....	جعبه سنگ، کانی و فسیل.....
۱۵۲.....	راهنمای جعبه‌ی سنگ، کانی و فسیل.....
۱۵۴.....	جعبه‌ی سختی سنج موس.....
۱۵۶.....	ماکت لایه‌های هوا.....
۱۵۸.....	ماکت اقسام ابر.....
۱۶۰.....	مدل نمایش حرکت وضعی و انتقالی زمین.....
۱۶۲.....	ماکت بستر اقیانوس اطلس.....
۱۶۴.....	مدل آبخوان آزاد.....
۱۶۶.....	آبخوان تحت فشار.....
۱۶۸.....	مدل طبقه‌بندی اندازه‌ی ذرات رسوبی.....
۱۷۰.....	مدل افق‌های خاک.....
۱۷۲.....	مدل چرخه‌ی سنگ.....
۱۷۴.....	مدل چرخه‌ی آب.....
۱۷۶.....	مجموعه‌ی ماکت گسل ها.....
۱۷۸.....	مجموعه‌ی ماکت چین ها.....
۱۸۰.....	مجموعه‌ی ماکت مسیر رودخانه.....
۱۸۲.....	ماکت مخروط آتش فشان.....
۱۸۴.....	ماکت ساخت‌های آذرین.....
۱۸۶.....	مدل سری واکنشی بوون.....
۱۸۸.....	کوله‌پشتی زمین‌شناسی.....
۱۹۰.....	مجموعه‌ی (کیت) زمین‌شناسی.....
۱۹۳.....	فهرست منابع.....

مقدمه

به نام آن که جان را فکرت آموخت

تحولات دنیای معاصر در زمینه‌ی تکنولوژی، موجب شده است تا نیاز روزافزون به داشتن نیروی متخصص و کارآمد بیش از پیش احساس شود. انسان‌هایی که بتوانند، تحولات و نیازهای روز جامعه را بشناسند و از عهده‌ی انجام کارها برآیند. برای رشد چنین انسان‌هایی، آموزش و پرورش باید بتواند دانش و مهارت لازم را به آن‌ها منتقل کند و این امر، مستلزم سرمایه‌گذاری جدی در بخش آموزش است. مدارس نیز باید دارای امکانات و تجهیزات آموزشی مناسب، برای انجام فعالیت‌ها و دستیابی به اهداف خود باشند. اما این تجهیزات زمانی می‌توانند مفید واقع شوند که از ویژگی‌ها، توان و کارایی لازم برای استفاده‌ی معلمان و دانش‌آموزان برخوردار باشند.

عدم وجود تعریف مشخص از ویژگی‌ها و نیازهای آموزشی در زمینه‌ی امکانات و تجهیزات آموزشی موجب شده است، مدارس با عدم آگاهی از تنوع، کیفیت و ارزش تجهیزات آموزشی، از اصول فنی تجهیز مدارس آگاه نباشند، بدین لحاظ فاصله‌ی محسوسی میان دانش نظری و مهارت‌های دانش‌آموزان مشاهده می‌شود. از سوی دیگر تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات آموزشی نیز، نیازها و معیارهای مورد نیاز آموزش و پرورش را نمی‌شناسند و این موجب تولید محصولات بی‌مغایر با نیازهای آموزشی شده است.

مجموعه‌ی حاضر تلاشی است در پاسخ به انتظارات فوق، هر چند که در تهیه‌ی این مجموعه دفاتر، سازمان‌ها و همکاران زیادی بی‌دریغ زحمت کشیده و یاری بسیار کرده‌اند لیکن دستیابی به نظرات محققین و صاحب‌نظران در این خصوص موجب ارتقای علمی و تکامل این حرکت خواهد شد.

بدین وسیله از کلیه‌ی کسانی که در انجام فعالیت حاضر یار و همراه ما بوده‌اند، به خصوص همکاران عزیزم در حوزه‌ی معاونت تألیف، تولید مواد و رسانه‌های آموزشی تشکر و قدردانی کرده و از خداوند متّان توفیق روزافزون برای آن‌ها مسألت می‌کنم.

بهرام محمدیان

معاون وزیر و رئیس سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام وسایل، تعاریف، ویژگی‌ها و آزمون‌ها

۱- کانی‌ها

کانی‌ها را بر اساس ترکیب شیمیایی به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

سیلیکات‌ها

- سیلیکات‌های تیره: کانی‌های گروه الیوین، پیروکسن، آمفیبول و میکای

سیاه

- سیلیکات‌های روشن: کانی‌های گروه فلدسپات، میکای سفید و کوارتز

فسفات‌ها: کانی‌های آپاتیت و فیروزه

اکسیدها: هماتیت، مانیتیت

سولفات‌ها: باریت، انیدریت و ژیپس

سولفیدها: پیریت، گالن و اسفالریت

کربنات‌ها: کلسیت، دولومیت، ملاکیت و آراگونیت

هالیدها: هالیت، سیلویت و فلوئوریت

عناصر آزاد: طلا، مس، گوگرد، گرافیت و الماس

گروه سیلیکات‌ها

به گروهی از کانی‌ها که دارای بنیان سیلیکاتی $(\text{SiO}_4)^{4-}$ هستند، گفته می‌شود. این کانی‌ها بر اساس نوع کاتیون و ساختمان سیلیکاتی به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. از مهم‌ترین سیلیکات‌ها، گروه الیوین، پیروکسن، آمفیبول، میکا و فلدسپات و ... را می‌توان نام برد.

گروه الیوین ($(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ (Olivine))

الیوین نام یک کانی نیست بلکه نام گروهی از کانی‌هاست که ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی مشترکی دارند. این گروه با ترکیب کلی سیلیکات آهن و منیزیم شناخته می‌شوند که از قطب آهن‌دار (فایالیت، Fe_2SiO_4) تا قطب منیزیم‌دار (فورستريت، Mg_2SiO_4) متغیر می‌باشد. این کانی در ایران به نام زیرجد معروف است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: اورتورومبیک
- ۳- رخ: فاقد رخ
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: سبز زیتونی تا زرد متمایل به سبز، قهوه‌ای تیره و سیاه
- ۶- رنگ خاکه: سبز کم رنگ تا سفید

۷- درجه سختی: $H = 6/5 - 7$

آزمون ویژگی‌ها

در آزمون ویژگی‌ها، هر یک از ویژگی‌های بالا به ترتیب به روش‌های زیر مورد سنجش قرار می‌گیرند.



۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید تا سبز کم رنگ به جا می‌گذارد.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ سبز زیتونی

۲- جلای شیشه‌ای

۳- سختی نسبتاً بالا

۴- واکنش با اسید سولفوریک

سرپانتین (Serpentine) $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ 

گروهی از کانی‌ها هستند که از دگرسانی کانی اولیوین حاصل می‌شوند. مهم‌ترین کانی‌های این گروه کریزوتیل (آزبست)، آنتی‌گوریت و ... می‌باشند.

ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- جلا: چرب، در انواع رشته‌ای دارای جلا ی ابریشمی است.
- ۴- رنگ: اغلب متغیر
- ۵- رنگ خاکه: بی‌رنگ
- ۶- درجه سختی: $H = 3-5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب اثر بی‌رنگ به جا می‌گذارد.
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روشن‌شناسائی

- ۱- رنگ
- ۲- جلا ی چرب تا ابریشمی

تالک (Talc) $Mg_3Si_2O_5(OH)_2$

تالک یک کانی از گروه سیلیکات‌ها است که از دگرسانی سرپانتین‌ها حاصل می‌شود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- شکل بلور: ورقه‌ای
- ۴- رخ: یک جهتی
- ۵- جلا: مرواریدی تا چرب
- ۶- رنگ: سبز خاکستری، سفید تا سفید نقره‌ای
- ۷- رنگ خاکه: سفید
- ۸- سختی: $H = 1$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- مشاهده

۷- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید بر جا می‌گذارد.

۸- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- ایجاد خراش در اثر کشیدن ناخن بر روی آن

۲- لمس چرب

آزبست (Asbestose) $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

یا پنبه کوهی، یک نام عمومی است که به تعدادی از کانی‌های سیلیکاتی فیبری گفته می‌شود. این کانی‌ها که تغییرات وسیعی از نظر ترکیب شیمیایی دارند، در فارسی قدیم به نام آذرشت معروف بوده است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \text{ cm}^2$ و با هر ضخامت
 - ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
 - ۳- شکل بلور: فیبری شکل
 - ۴- رخ: رشته‌ای
 - ۵- جلا: ابریشمی
 - ۶- رنگ: سبز مایل به زرد
 - ۷- درجه‌ی سختی: آزبست‌های گروه سرپانتین ، $H = 2/5 - 4$ و گروه آمفیبول
- ۶-۴ H=

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- مشاهده

۷- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

۱- حالت رشته‌ای و الیافی

۲- رنگ

۳- حلالیت در اسید کلریدریک ۲۵ درصد

نکته: کانی آزبست را به دلیل سرطان‌زا بودن در محافظ شفاف (نایلون یا شیشه) قرار

می‌دهند.

گروه پیروکسن (Pyroxen) $(Ca, Na)(Fe, Mg, Al)(Si, Al)_2O_6$

پیروکسن نام یک کانی نیست بلکه نام گروهی از کانی‌ها با فرمول عمومی XYZ_2O_6 است که در آن:

X: نشانگر $Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Na^{+}$

Y: نشانگر $Cr^{3+}, Al^{3+}, Fe^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}$ و Z: نشانگر Al^{3+}, Si^{4+} می‌باشد.

این گروه از کانی‌ها با ترکیب شیمیایی سیلیکات آهن، منیزیم و کلسیم شناخته می‌شوند. رایج‌ترین این کانی‌ها ولاستونیت ($CaSiO_3$)، انستاتیت ($MgSiO_3$) و فروسیلیت ($FeSiO_3$) می‌باشند و کانی اوژیت حد واسط این سه کانی است.



ویژگی‌ها

۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$

۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک، ارتورومبیک

۳- رخ: دو جهتی با زاویه‌ی ۸۷ و ۹۳ درجه

۴- جلا: شیشه‌ای

۵- رنگ: سبز تا قهوه‌ای و سیاه

۶- رنگ خاکه: خاکستری مایل به سبز

۷- درجه‌ی سختی: ۵-۶ H

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر خاکستری مایل به سبز

بر جای می‌ماند.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- شکل بلور منشوری با مقاطع مربعی یا هشت ضلعی

۲- رنگ و جلا

۳- رخ با زاویه‌های ۸۷ و ۹۳ درجه

ولاستونیت (Wollastonite) CaSiO_3

ولاستونیت یک کانی دگرگونی از گروه پیروکسن‌ها است که حاصل ترکیب کلسیت با سیلیس می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: تری کلینیک
- ۳- جلا: شیشه‌ای و مرواریدی
- ۴- رنگ: بی‌رنگ، سفید و خاکستری
- ۵- رنگ خاکه: سفید
- ۶- سختی: $H = 5 - 5/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با کشیدن کانی مذکور بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- واکنش با اسید کلریدریک

۲- وزن مخصوص کم

گروه آمفیبول (Amphibole) $(Ca, Na)_x(Fe, Mg, Al)_ySi_z(Si, Al)_wO_{22}(OH)_v$

آمفیبول نام یک کانی نیست بلکه نام گروهی از کانی‌ها با فرمول عمومی $X_yY_zZ_wO_{22}(OH,F)_v$ است که در آن:

X: نشانگر $Ca^{2+}, Na^{+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}$

Y: نشانگر $Al^{3+}, Fe^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}$ و Z: نشانگر Al^{3+}, Si^{4+} می‌باشد.

این گروه از کانی‌ها با ترکیب شیمیایی سیلیکات آهن، منیزیم و کلسیم آبدار شناخته می‌شوند. از کانی‌های رایج این گروه می‌توان به کانی‌های هورنبلاند، گلوکوفان، آکتینولیت اشاره نمود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک، اورتورومبیک
- ۳- رخ: دو جهتی با زاویه‌های ۵۶ و ۱۲۴ درجه
- ۴- جلا: شیشه‌ای و گاهی ابریشمی
- ۵- رنگ: خاکستری، قهوه‌ای، سبز تیره تا سیاه
- ۶- رنگ خاکه: بی‌رنگ
- ۷- درجه‌ی سختی: ۵ - ۶ H

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- به وسیله‌ی دستگاه XRF و با تأیید کارشناس مربوطه.
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مذکور بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه
- ۷- با استفاده از مقیاس موس.

روشن‌شناسایی

- ۱- شکل بلور منشوری بلند
- ۲- رنگ
- ۳- رخ با زاویه‌های ۵۶ و ۱۲۴ درجه
- ۴- سختی (۶ - ۵ = H)

گلوکوفان (Glaucophane) $\text{Na}_7\text{Mg}_3\text{Al}_3\text{Si}_8\text{O}_{37}(\text{OH})_7$

گلوکوفان یک کانی دگرگونی از گروه آمفیبول‌ها است که در شرایط فشار زیاد و دمای کم تشکیل می‌شود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- شکل بلور: سوزنی شکل
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: آبی تا سیاه که با افزایش مقدار آهن تیره‌تر می‌شود.
- ۶- رنگ خاکه: سفید تا آبی روشن
- ۷- سختی: $H = 6$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر خاکی سفید تا آبی کم رنگ ظاهر می‌شود.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ آبی

۲- سختی زیاد ($H=6$) و وزن مخصوص کم

۳- مطالعه‌ی کانی با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان

بیوتیت (Biotite) $K(Mg,Fe)_2AlSi_2O_{10}(OH)_2$

بیوتیت یک کانی سیلیکات تیره از گروه میکاها با ترکیب سیلیکات آهن، منیزیم و پتاسیم آبدار است که به آن میکای سیاه نیز می‌گویند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- رخ: یک جهتی (پولکی)
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: سبز تیره تا قهوه‌ای و سیاه
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- درجه‌ی سختی: ۳ - ۵/۲ H

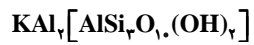
آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید بر جا می‌ماند.
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- خاصیت تورق‌پذیری (رخ یک جهتی)
- ۲- جلای شیشه‌ای و رنگ تیره
- ۳- عدم ایجاد تغییر در اثر حرارت
- ۴- واکنش با اسید سولفوریک غلیظ



مسکوویت (Muscovite)

مسکوویت یک کانی سیلیکات روشن از گروه میکاها با ترکیب سیلیکات آلومینیم و پتاسیم آبدار است که به آن میکای سفید (طلق نسوز) نیز می‌گویند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: $3 \times 3 \text{ cm}$ با هر ضخامت
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- رخ: یک جهتی
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: بی‌رنگ و شفاف و در قطعات ضخیم‌تر به رنگ زرد کم رنگ، قهوه‌ای، سبز و قرمز.
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 2 - 2/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

- ۶- باکشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر بی‌رنگ ایجاد می‌شود.
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

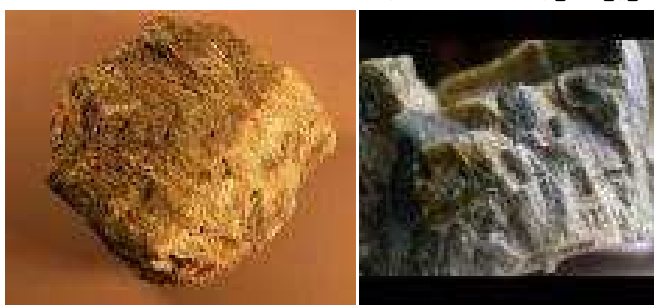
روش شناسایی

- ۱- جلای شیشه‌ای و شفاف
- ۲- خاصیت تورق‌پذیری (رخ یک جهتی)
- ۳- عدم تغییر در اثر حرارت
- ۴- واکنش با اسید سولفوریک

گروه فلدسپات (Feldspar)

فلدسپات‌ها به دو گروه فلدسپات‌های پلاژیوکلاز و ارتوکلاز تقسیم‌بندی می‌شوند. به طور کلی پلاژیوکلازها به دو گروه پلاژیوکلاز سدیم‌دار (آلبیت $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار (آنورتیت $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) تقسیم می‌شوند. این گروه از کانی‌ها، سیلیکات‌های آلومینیم‌دار روشن با ترکیب کلسیم و سدیم هستند.

فلدسپات پلاژیوکلاز (Plagioclase)



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: تری کلینیک، مونوکلینیک
- ۳- رخ: دو جهتی با زاویه قائمه.
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا مرواریدی.
- ۵- رنگ: سفید تا خاکستری کم رنگ، سبز، زرد.
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 6$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه.
- ۷- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

- ۱- وزن مخصوص کم و سختی زیاد ($H=6$)
- ۲- وجود ماکل (دوقلوئی) پلی سینتتیک در مقطع میکروسکوپی

فلدسپات ارتوکلز (Orthoclase) KAlSi_3O_8

ارتوکلزها، گروهی از سیلیکات‌های روشن با ترکیب شیمیایی سیلیکات آلومینیم و پتاسیم هستند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینک
- ۳- رخ: دو جهتی
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: کرم روشن تا صورتی، سفید، خاکستری، قرمز گوشتی، زرد و سبز.
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 6$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، رنگ سفید بر جای می‌ماند.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- رخ

۳- سختی زیاد ($H=6$) و وزن مخصوص کم

گروه گارنت (Garnet) $A_2B_2(SiO_4)_2$

گارنت‌ها، گروهی از کانی‌های دگرگونی با ترکیب سیلیکات آلومینیم و فلزات همراه دیگر هستند. از نوع شفاف گارنت به عنوان سنگ قیمتی در جواهرسازی استفاده می‌شود. فلزات همراه عبارت‌اند از:

A : Ca, Mn, Fe, Mg

B : Fe, Cr, Al

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: ایزومتريک
- ۳- شکل بلور: مکعبی
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا صمغی
- ۵- رنگ: قرمز، سبز، ارغوانی، سیاه (بر اساس ترکیب کانی، رنگ آن متفاوت است).
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- درجه‌ی سختی: $H = 7 - 7.5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مذکور بر روی چینی بدون لعاب، رنگ سفید بر جا می‌گذارد.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- شکل بلور

۲- جلای شیشه‌ای

۳- رنگ

۴- سختی بالا

۵- مانند کهریا در اثر مالش، دارای بار الکتریکی می‌شود.

گروه سیلیس (SiO_2)

از گروه سیلیس، کانی کوارتز و اپال را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

کوارتز (SiO_2) (Quartz)

کوارتز یک کانی از گروه سیلیس و با کاربردهای متنوع مانند استفاده در جواهرسازی، ساعت‌سازی، تهیه ساینده‌ها و قطعات الکترونیکی هستند. از انواع آن به ذرّ کوهی، آمیتیست، عقیق، سیت‌رین، کوارتز دودی و ... می‌توان اشاره کرد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: ناصاف
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: بی‌رنگ و در صورت وجود ناخالصی به رنگ‌های بنفش، زرد، دودی، آبی، شیری و ... هم دیده می‌شود.
- ۶- سختی: $H = 7$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- شکل بلور منشوری (بی‌پیرامید)
- ۲- ایجاد خراش بر روی شیشه
- ۳- جلای شیشه‌ای
- ۴- خاصیت پیزوالکتریک
- ۵- واکنش با اسید فلوئوریدیک

اوپال ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

اوپال یک شبه کانی رسوبی با ترکیب سیلیس آب دار است

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: فاقد سیستم تبلور
- ۳- شکل بلور: بی‌شکل (آمورف) ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)
- ۴- ترکیب شیمیایی: سیلیس و آب ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)
- ۵- جلا: شیشه‌ای
- ۶- رنگ: بی‌رنگ، شیری تا سفید، قرمز، قهوه‌ای، سبز خاکستری
- ۷- سختی: ۵-۶ H

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- بی‌شکل (آمورف) بودن

۲- سختی زیاد: $H = 5-6$

۳- وزن مخصوص کم

کائولینیت (Kaolinite) $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_2$

کائولینیت یک کانی رسوبی است که از هوازدگی شیمیایی برخی سیلیکات‌ها به ویژه فلدسپات‌ها حاصل می‌شود و اصطلاحاً به آن خاک چینی می‌گویند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: تری کلینیک
- ۳- شکل بلور: ورقه‌ای
- ۴- رخ: یک جهتی
- ۵- جلا: خاکی
- ۶- رنگ: سفید به دلیل وجود ناخالصی به رنگ‌های متفاوتی دیده می‌شود.
- ۷- رنگ خاکه: سفید
- ۸- خواص ویژه: خاصیت جذب رطوبت
- ۹- سختی: $H = 2$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲، ۳ و ۴- به وسیله دستگاه XRF و با نظارت و تأیید کارشناس مربوطه.
- ۵- مشاهده

۶- مشاهده

۷- با کشیدن کانی موردنظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی رنگ ظاهر شده.

۸- با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۹- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- خاصیت جذب رطوبت و بوی کاه گلی آن

۲- به زبان می‌چسبد.

گروه فسفات‌ها (Phosphates)

گروهی از کانی‌ها که دارای بنیان $(PO_4)^{3-}$ می‌باشند. از این گروه، کانی‌های فیروزه و آپاتیت را می‌توان نام برد.

فیروزه (Turquoise) $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 2H_2O$

فیروزه یک کانی غیر سیلیکاتی آذرین با ترکیب فسفاتی است که کاربرد زینتی دارد و نام علمی آن تورکوآیز می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: تری کلینیک
- ۳- رخ: کامل در جهت ۰۰۱
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا چرب
- ۵- رنگ: آبی فیروزه‌ای، سبز، آبی متمایل به سبز
- ۶- رنگ خاکه: سفید، گاهی سبز روشن
- ۷- سختی: $H = 6$

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر بی‌رنگی بر جا می‌ماند.

۷- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

۱- رنگ آبی فیروزه‌ای.

۲- رنگ شعله را سبز مات می‌کند.

آپاتیت (Apatite) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$

فراوان‌ترین و مهم‌ترین کانی گروه فسفات‌ها است. آپاتیت در تهیه‌ی ترکیبات فسفردار مانند اسید فسفریک و کودهای شیمیایی فسفات‌ه کاربرد دارد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: ضعیف
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا صمغی
- ۵- رنگ: سفید، زرد، سبز، آبی، بنفش، قرمز، سفید متمایل به خاکستری، قرمز متمایل به قهوه‌ای
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید ظاهر می‌شود.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- شکل بلور (منشور شش وجهی)

۲- واکنش با اسید کلریدریک، اسید نیتریک و اسید سولفوریک

۳- خراشیدن شدن با تیغه چاقو

گروه اکسیدها (Oxides)

گروهی از کانی‌ها که در آن‌ها اکسیژن با یک یا چند فلز ترکیب شده است و به صورت‌های X_2O , X_2O_3 , X_2O_4 وجود دارند. رایج‌ترین اکسیدها SiO_2 می‌باشد.

هماتیت (Fe_2O_3) (Hematite)

یک کانی فلزی از گروه اکسیدها و با کاربردهای متنوع در صنعت است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: تقریباً مکعبی
- ۴- جلا: فلزی
- ۵- رنگ: قهوه‌ای مایل به سرخ تا سیاه
- ۶- رنگ خاکه: قرمز متمایل به قهوه‌ای
- ۷- سختی: $H = 5/5 - 6/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مذکور بر روی چینی بدون لعاب، رنگ قهوه‌ای ظاهر می‌شود.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روشن‌شناسایی

۱- رنگ خاکه

۲- جلای فلزی

۳- واکنش با اسید کلریدریک حل می‌شود.

مانیتیت (Magnetite) Fe_3O_4

یک کانی فلزی از گروه اکسیدها که دارای خاصیت آهن‌ربایی است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: نامنظم
- ۴- جلا: فلزی
- ۵- رنگ: سیاه آهنی
- ۶- رنگ خاکه: سیاه
- ۷- خاصیت آهن‌ربایی شدید (سنگ آهن‌ربا)
- ۸- چگالی نسبی: نسبتاً بالا
- ۹- سختی: $H = 5 - 6$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سیاه بر جا می‌ماند.

۷- جذب آهن‌ربا می‌شود.

۸- جرم کانی را با ترازو و حجم آن را به وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج محاسبه

می‌کنیم و با استفاده از فرمول $\rho = \frac{m}{v}$ چگالی نسبی آن را به دست می‌آوریم.

۹- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

۱- رنگ سیاه و رنگ خاکه نیز سیاه

۲- خاصیت آهن‌ربایی شدید

کرنندوم (Crendum) Al_2O_3

یک کانی فلزی از گروه اکسیدها که دارای خاصیت فلورسانس می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- جلا: الماسی تا شیشه‌ای
- ۴- رنگ: آبی تا سرخ و قهوه‌ای و صورتی به دلیل وجود ناخالصی‌های کروم، آهن، تیتانیوم
- ۵- خاصیت فلورسانس
- ۶- سختی: $H=9$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با ابزار مناسب و تأیید کارشناس
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- جلای شیشه‌ای تا الماسی درخشان

۲- خاصیت فلورسانس

۳- سختی زیاد

لیمونیت (Limonite) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

لیمونیت یک کانی فلزی آب دار از گروه اکسیدها با عنوان اکسید آهن آبدار است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رخ: نامنظم
- ۳- جلا: شیشه‌ای یا خاکی
- ۴- رنگ: زرد لیمویی، قهوه‌ای تا سیاه، نارنجی قهوه‌ای
- ۵- رنگ خاکه: زرد تا قهوه‌ای
- ۶- سختی: $H = 5 - 5/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، رنگ زرد تا قهوه‌ای ظاهر می‌شود.
- ۶- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- رنگ خاکه

۳- واکنش با اسید کلریدریک

گروه سولفات‌ها

گروهی از کانی‌ها که دارای بنیان $(\text{SO}_4)^{2-}$ می‌باشند. مهم‌ترین و رایج‌ترین سولفات‌ها، باریت، انیدریت و ژیپس می‌باشند.

**باریت (Barite)**

باریت یک کانی آذرین از گروه سولفات‌ها است که به عنوان گل حفاری کاربرد دارد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: اورتورومبیک
- ۳- رخ: سه جهتی
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- چگالی نسبی: $4/5$
- ۶- رنگ: بی‌رنگ، سفید متمایل به خاکستری، زرد
- ۷- رنگ خاکه: سفید
- ۸- سختی: $H = 3 - 3/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- جرم کانی را با ترازو و حجم آن را به وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج محاسبه می‌کنیم و با استفاده از فرمول $\rho = \frac{m}{v}$ چگالی نسبی آن را به دست می‌آوریم.
- ۶- مشاهده
- ۷- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید بر جا می‌ماند.
- ۸- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- چگالی نسبی بالا
- ۲- شکل بلور
- ۳- رخ

انیدریت (Anhydrite) CaSO_4

یک کانی رسوبی تبخیری که به آن گچ بدون آب نیز می‌گویند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: اورتورومبیک
- ۳- رخ: کامل
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا مرواریدی
- ۵- رنگ: بی‌رنگ تا آبی یا بنفش
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 3 - 3/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید بر جا می‌ماند.
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روشن‌شناسایی

- ۱- رخ ۳ جهتی عمود بر هم
- ۲- از کلسیت با چگالی نسبتاً بالاتر و از ژیپس با سختی نسبتاً زیادتر متمایز می‌گردد.

گروه سولفیدها Solphides

گروهی از کانی‌ها با فرمول عمومی X_nS_n است که X ، عناصر فلزی و S عنصر گوگرد را نشان می‌دهد. از رایج‌ترین و مهم‌ترین گروه سولفیدها، کانی‌های پیریت، گالن و اسفالریت را می‌توان نام برد.

پیریت (pyrite) FeS_2

پیریت یک کانی از گروه سولفیدها است که در اصطلاح عامیانه طلای ابلهان نامیده می‌شود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه قائمه
- ۴- جلا: فلزی
- ۵- رنگ: به طلا شباهت دارد، زرد برنجی (کم رنگ یا تیره)
- ۶- رنگ خاکه: سبز یا قهوه‌ای متمایل به سیاه
- ۷- سختی: $H = 6 - 6.5$

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر تیره و

سیاه بر جا می‌ماند.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روشن‌شناسایی

۱- رنگ زرد

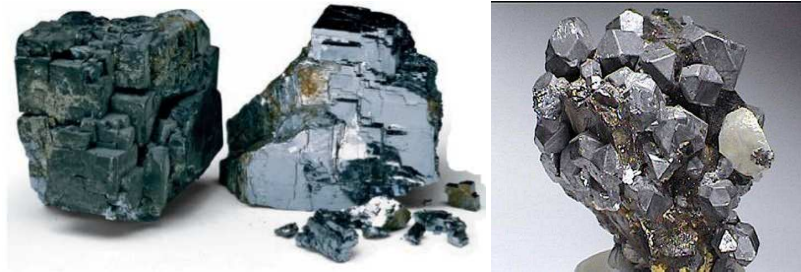
۲- رنگ خاکه سیاه

۳- با استفاده از چند قطره سرکه (اسید استیک) بوی تخم مرغ گندیده می‌دهد که

مشخص کننده‌ی وجود گاز H_2S می‌باشد.

گالن (Galena) PbS

گالن یک کانی غیر سیلیکاتی از گروه سولفیدها با چگالی بالا است و کانسنگ اصلی سرب می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه قائمه
- ۴- جلا: فلزی روشن
- ۵- رنگ: خاکستری سربی
- ۶- رنگ خاکه: خاکستری سربی
- ۷- چگالی نسبی: حدود ۷/۵
- ۸- سختی: $H=2/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکی کانی
- ۷- با ترازو جرم نمونه را اندازه می‌گیریم و با استفاده از یک استوانه‌ی مدرج که دارای حد معینی آب می‌باشد کانی مورد نظر را در استوانه انداخته، ارتفاع آب تغییر می‌کند. افزایش ارتفاع آب در استوانه، حجم کانی را نشان می‌دهد و سپس با استفاده از فرمول $\rho = \frac{m}{v}$ چگالی کانی مورد نظر به دست می‌آید.
- ۸- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- جلای فلزی
- ۲- شکل بلور مکعبی
- ۳- رنگ خاکستری
- ۴- چگالی نسبی بالا
- ۵- سختی کم

اسفالریت (Sphalerite) ZnS

اسفالریت یک کانی سولفیدی است که به عنوان سنگ معدن روی استخراج می‌شود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی
- ۴- جلا: صمغی و گاهی الماسی
- ۵- رنگ: در صورت خلوص بی‌رنگ
- ۶- رنگ خاکه: سفید تا زرد و قهوه‌ای
- ۷- سختی: $4 - 5$ H

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه‌ی کانی
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- شکل بلور مکعبی

۲- جالای صمغی

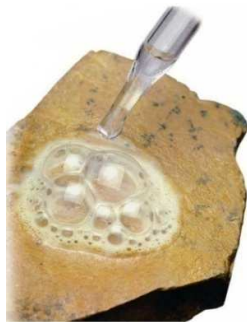
۳- رنگ خاکه‌ی قهوه‌ای مایل به سرخ برای انواع تیره

گروه کربنات‌ها Carbonates

گروهی از کانی‌ها که دارای کمپلکس آنیونی $(CO_3)^{2-}$ می‌باشند. از این گروه، کانی‌ها کلسیت، دولومیت، آراگونیت و ملاکیت را می‌توان نام برد.

کلسیت (Calcite) $CaCO_3$

کلسیت یک کانی از گروه کربنات‌ها است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه غیر قائمه (رومبوندری)
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا خاکی
- ۵- رنگ: بی‌رنگ تا شیری، خاکستری، صورتی، قرمز، سبز، آبی، زرد، قهوه‌ای تا سیاه (ناخالص)
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 3$

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- کانی مورد نظر را روی چینی بدون لعاب می‌کشیم، اثر سفید بر جای می‌گذارد.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق (HCl) و آزاد شدن گاز کربن دی اکسید

۲- رنگ روشن

۳- جلای شیشه‌ای

دولومیت (Dolomite) $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$

دولومیت یک کانی رسوبی با ترکیب کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه‌ی غیر قائمه
- ۴- جلا: شیشه‌ای تا مرواریدی
- ۵- رنگ: بی‌رنگ، سفید، صورتی، خاکستری
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $4 - 5/5 = H$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- واکنش اسید کلریدریک سرد و رقیق با پودر کانی دولومیت و آزاد شدن گاز

CO_2

۲- واکنش اسید کلریدریک گرم و غلیظ با کانی مورد نظر و آزاد شدن گاز CO_2

۳- ایجاد رنگ شعله زرد نارنجی

مالاکیت (Malachite) $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$

مالاکیت یک کانی کربناتی که حاوی مس است و معمولاً به صورت رشته‌های شعاعی و توده‌های خوشه‌ای دیده می‌شود.

**ویژگی‌ها**

۱- ابعاد: $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ با سنگ میزبان که حداقل حاوی ۱۰ درصد کانی مذکور باشد.

۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک

۳- جلا: الماسی تا شیشه‌ای

۴- رنگ: سبز روشن

۵- رنگ خاکه: سبز کم رنگ

۶- سختی: ۴ - $3/5$ H

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی رنگ ظاهر شده.

۶- با استفاده از مقیاس موس.

روش شناسایی

- ۱- رنگ سبز غیر قابل تغییر
- ۲- شکل خوشه انگوری
- ۳- جوشش در اسید کلریدریک

آراگونیت (Aragonite) CaCO_3

آراگونیت یک کانی رسوبی از گروه کربنات‌ها که بلورهای آن با ساختار منشوری متبلور می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: اورتورومبیک
- ۳- جلا: شیشه‌ای
- ۴- رنگ: بی‌رنگ، سفید، زرد کم رنگ
- ۵- رنگ خاکه: سفید
- ۶- سختی: $H = 3/5 - 4$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- کانی مورد نظر را روی چینی بدون لعاب می‌کشیم، اثر سفید بر جای می‌گذارد.
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- شکل منشوری بلورها
- ۲- جلالی شیشه‌ای
- ۳- واکنش با اسید کلریدریک

گروه هالیدها (Halides)

این گروه با وجود یون‌های الکترونگاتیو هالوژن‌ها (Cl^- , F^- , Br^- , I^-) مشخص می‌شود. از رایج‌ترین کانی‌های این گروه می‌توان به هالیت، سیلویت و فلوئوریت اشاره کرد.

هالیت (Halite) NaCl

هالیت یک کانی رسوبی تبخیری از گروه هالیدها است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه قائمه
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: بی‌رنگ و براساس ناخالصی به رنگ‌های قرمز، زرد، آبی و صورتی دیده می‌شود.
- ۶- رنگ خاکه: سفید یا بی‌رنگ
- ۷- سختی: $H = 2/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکی

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- شکل بلور مکعبی

۲- رخ سه جهتی

۳- مزه‌ی شور

۴- انحلال‌پذیری زیاد

سیلویت (Sylvite) KCl

کانی رسوبی تبخیری از گروه هالیدها با مزه‌ی تلخ است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه‌ی قائمه
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: بی‌رنگ تا سفید، زرد متمایل به نارنجی، آبی
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- مزه: تلخ و شور
- ۸- سختی: $H=2$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب اثر بی‌رنگ بر جا می‌گذارد.

۷- چشیدن

۸- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- مزه‌ی تلخ و شور

۲- انحلال‌پذیری زیاد

۳- شکل بلور

۴- رخ سه جهتی

فلوئوریت (Fluorite) CaF_2

فلوئوریت یک کانی از گروه هالیدها که حاوی کلسیم و فلوئور است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: سه جهتی با زاویه‌ی قائمه
- ۴- جلا: شیشه‌ای
- ۵- رنگ: سفید، سبز روشن، زرد، سبز متمایل به آبی، صورتی، بی‌رنگ، قهوه‌ای
- ۶- رنگ خاکه: بی‌رنگ
- ۷- خاصیت فلوئورسانس
- ۸- سختی: $H = 4$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

- ۶- با کشیدن کانی مذکور بر روی چینی بدون لعاب، اثر بی‌رنگ ظاهر می‌شود.
- ۷- با ابزار مناسب و تأیید کارشناس
- ۸- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- شکل بلور مکعبی
- ۲- جلای شیشه‌ای
- ۳- رنگ‌های زیبا
- ۴- خراشیده شدن به وسیله‌ی چاقو

ژپس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

یک کانی رسوبی تبخیری از گروه سولفات‌ها که به آن گچ آبدار نیز می‌گویند.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مونوکلینیک
- ۳- رخ: یک جهتی
- ۴- جلا: شیشه‌ای و گاهی مرواریدی و ابریشمی
- ۵- رنگ: بی‌رنگ و در صورت وجود ناخالصی به رنگ‌های سفید، زرد، قرمز و ... دیده می‌شود.
- ۶- رنگ خاکه: سفید
- ۷- سختی: $H = 2$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده

- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سفید بر جا می‌ماند.
- ۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- خاصیت تورق‌پذیری
- ۲- خراشیدن شدن با ناخن
- ۳- از دست دادن آب در اثر حرارت و تبدیل به پودر سفید

عناصر آزاد

به گروهی از کانی‌ها که در طبیعت به صورت تک عنصری یافت می‌شوند، عناصر آزاد می‌گویند.

این گروه از کانی‌ها به ۳ دسته: ۱- فلزها ۲- شبه فلزها ۳- نافلزها تقسیم‌بندی می‌شوند. از فلزها می‌توان به طلا و مس، از شبه فلزها، به آرسنیک و بیسموت و از نافلزها به گوگرد، گرافیت و الماس اشاره کرد.

طلا (Gold) Au

کانی طلای خالص، دارای ارزش اقتصادی است و در تهیه زینت‌آلات استفاده می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- جلا: فلزی
- ۴- رنگ: زرد طلایی
- ۵- رنگ خاکه: زرد
- ۶- چگالی نسبی: $19/3$
- ۷- سختی: $H = 2/5 - 3/5$

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه

۶- با ترازو جرم نمونه را اندازه می‌گیریم و با استفاده از یک استوانه‌ی مدرج که دارای حد معینی آب می‌باشد، کانی مورد نظر را در استوانه انداخته، ارتفاع آب تغییر می‌کند. افزایش ارتفاع آب در استوانه، حجم کانی را نشان می‌دهد و سپس با استفاده از فرمول $p = \frac{m}{v}$ چگالی نسبی کانی مورد نظر به دست می‌آید.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روشن‌شناسایی

۱- رنگ ظاهری

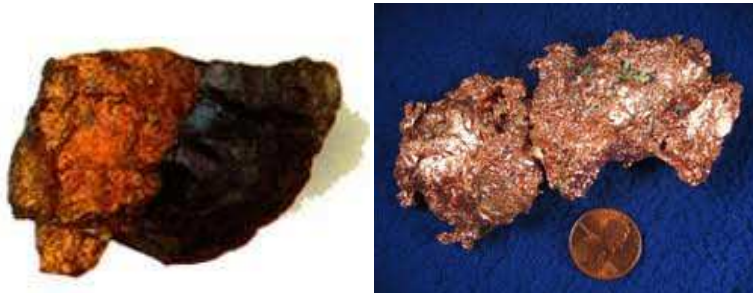
۲- چکش‌خواری

۳- رنگ خاکه

۴- چگالی نسبی بالا

مس (Copper) Cu

مس یک کانی فلزی که از عنصر مس خالص تشکیل شده است و دارای کاربرد فراوان می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- جلا: فلزی
- ۴- رنگ: در سطوح تازه سرخی مسی
- ۶- چگالی نسبی: $8/9$
- ۷- سختی: $H = 2/5 - 3$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- مشاهده
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

۵- با ترازو جرم نمونه را اندازه می‌گیریم و با استفاده از یک استوانه‌ی مدرج که دارای حد معینی آب می‌باشد، کانی مورد نظر را در استوانه انداخته، ارتفاع آب تغییر

می‌کند. افزایش ارتفاع آب در استوانه، حجم کانی را نشان می‌دهد و سپس با استفاده از فرمول $p = \frac{m}{v}$ چگالی نسبی کانی مورد نظر به دست می‌آید.

۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ ظاهری

۲- چکش‌خواری

۳- چگالی نسبی بالا

گوگرد (Sulphur) S₈

گوگرد کانی سولفور خالص که حاصل سرد شدن بخار گاز آتشفشان‌ها است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: ارتورومبیک
- ۳- جلا: صمغی
- ۴- رنگ: زرد گوگردی، خاکستری و قرمز
- ۵- رنگ خاکه: سفید
- ۶- سختی: $H = 1/5 - 2/5$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب و مشاهده‌ی اثر خاکه
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ زرد

۲- بوی خاص گوگرد

۳- سوختن آسان

C گرافیت (Graphite)

گرافیت یک کانی دگرگونی با منشا زیستی و یک کربن دیرگداز است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حداقل $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: هگزاگونال
- ۳- رخ: یک جهتی
- ۴- جلا: فلزی و گاهی خاکی کدر
- ۵- رنگ: سیاه
- ۶- رنگ خاکه: سیاه
- ۷- سختی: $H = 1 - 2$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با کشیدن کانی مورد نظر بر روی چینی بدون لعاب، اثر سیاه رنگ بر جا می‌گذارد.

۷- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

۱- رنگ سیاه

۲- رنگ خاکه

۳- لمس چرب

۴- خاصیت ورقه ورقه شدن

C الماس (Diamond)

الماس، کربن خالص و کمیاب که در دماهای بسیار بالا تشکیل می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$
- ۲- سیستم تبلور: مکعبی
- ۳- رخ: ناصاف و شکنندگی کم‌تری نسبت به بلورهای دیگر دارد.
- ۴- جلا: الماسی
- ۵- رنگ: معمولاً زرد کم رنگ یا بی‌رنگ
- ۶- سختی: $H=10$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- مشاهده
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- با استفاده از مقیاس موس

روش شناسایی

- ۱- جلای الماسی
- ۲- درخشندگی
- ۳- درجه سختی بسیار بالا

۲- سنگ‌ها (Rocks)

سنگ‌ها به موادی گفته می‌شوند که به طور طبیعی از اجتماع یک یا چند نوع کانی تشکیل شده باشند. سنگ‌ها به طور کلی در سه دسته‌ی زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف- سنگ‌های آذرین: این گروه از سنگ‌ها محصول انجماد مواد مذاب درونی زمین هستند که در داخل و یا سطح پوسته‌ی زمین سرد شده‌اند.

ب- سنگ‌های رسوبی: این گروه از سنگ‌ها از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های قبلی و رسوب آن‌ها در محیط‌های رسوبی به وجود آمده‌اند. البته برخی از سنگ‌های رسوبی از بقایای موجودات زنده‌ی قدیمی و یا تبخیر شدید آب‌های اشباع از املاح تشکیل شده‌اند.

ج- سنگ‌های دگرگونی: بر اثر افزایش فشار و دما در داخل پوسته‌ی زمین و وجود محلول‌های شیمیایی فعال، تغییراتی در سنگ‌ها در محیط جامد ایجاد می‌شود که سبب تبدیل این سنگ‌ها به سنگ‌های دگرگونی می‌گردد.

الف- سنگ‌های آذرین (Igneous Rocks)

این سنگ‌ها براساس ملاک‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. یکی از این معیارها ترکیب شیمیایی آن‌هاست که به مقدار سیلیس (SiO_2) موجود در سنگ وابسته است. بر این اساس سنگ‌های آذرین به ۴ گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱- سنگ‌های اسیدی $\text{SiO}_2 > 66\%$

۲- سنگ‌های خنثی یا (حد واسطه) $52\% < \text{SiO}_2 < 66\%$

۳- سنگ‌های قلیایی (بازی) $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$

۴- سنگ‌های فوق بازی $\text{SiO}_2 < 45\%$

الف-۱) سنگ‌های اسیدی

این سنگ‌ها براساس محیط تشکیل به انواع پگماتیت (بسیار درشت بلور)، گرانیت (درشت بلور)، ریولیت (ریز بلور)، ابسیدین (شیشه‌ای) و پوکه معدنی (اسفنجی) تقسیم‌بندی می‌شوند.

پگماتیت (Pegmatite)

پگماتیت یک سنگ آذرین درونی که دارای ترکیب اسیدی و بلورهای بسیار درشت است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: روشن
- ۳- بافت: درشت بلور
- ۴- ترکیب کانی شناسی: کوارتز، فلدسپات و مسکوویت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بلورهای درشت
- ۲- رنگ

گرانیت (Granite)

سنگ آذرین اسیدی و درشت بلور که بیش‌تر در ساختمان‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: روشن
- ۳- بافت: درشت بلور*
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز، فلدسپات و میکا

* تذکر: بافت درشت بلور، به بافتی گفته می‌شود که بلورهای سنگ با چشم غیرمسلح قابل رؤیت باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از ذره‌بین)

روش شناسایی

- ۱- رنگ روشن
- ۲- بافت درشت بلور
- ۳- ترکیب کانی‌شناسی

ریولیت (Rhyolite)

سنگ آذرین بیرونی که دارای ترکیب اسیدی است.

**ویژگی‌ها**

۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$

۲- رنگ: روشن

۳- بافت: ریز بلور *

۴- ترکیب کانی‌شناسی: فلدسپات، کوارتز و میکا

* تذکر: بافت ریز بلور، به بافتی گفته می‌شود که بلورهای سنگ فقط با میکروسکوپ قابل رویت باشند.

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده‌ی مقطع نازک تهیه شده از سنگ مذکور در زیر میکروسکوپ پلاریزان

۴- مشاهده با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- بافت

۳- در صورت نیاز استفاده از مقطع نازک میکروسکوپی

ابسیدین (Obsidian)

ابسیدین سنگ آذرین بیرونی که دارای ترکیب اسیدی تا حد واسط است و دارای بافت شیشه‌ای می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سیاه، آبی، سبز و قهوه‌ای
- ۳- بافت: شیشه‌ای
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز و فلدسپات
- ۵- رخ: صدفی

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و با تأیید نظر کارشناس
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

۱- بافت شیشه‌ای

۲- رنگ

۳- رخ صدفی

پوک‌ه معدنی (Pumice)

پوک‌ه معدنی یک سنگ آتشفشانی متخلخل که دارای ترکیب اسیدی یا بازی است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: از روشن تا تیره
- ۳- بافت: اسفنجی (حفره‌دار)
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز و فلدسپات
- ۵- چگالی نسبی کم

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده با استفاده از مقطع نازک و در صورت نیاز دستگاه XRF
- ۵- با قرار دادن در ظرف آب، بر روی آب شناور می‌شود

روشن شناسایی

- ۱- بافت اسفنجی
- ۲- چگالی نسبی کم

الف-۲) سنگ‌های خنثی (حد واسط)

این سنگ‌ها براساس محیط تشکیل به انواع دیوریت (درونی) و آندزیت (بیرونی) تقسیم می‌شوند.

دیوریت (Diorite)

سنگ آذرین درونی که دارای ترکیب شیمیایی حد واسط (خنثی) است



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: نیمه روشن
- ۳- بافت: درشت بلور
- ۴- ترکیب کانی شناسی: پلاژیوکلاز، آمفیبول و کمی کوارتز

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از ذره‌بین)

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- بافت

۳- ترکیب کانی شناسی

آندزیت (Andesite)

سنگ آذرین بیرونی که دارای ترکیب شیمیایی حد واسط (خنثی) است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: خاکستری تیره
- ۳- بافت: ریز بلور
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: پلاژیوکلاز، آمفیبول و کمی کوارتز

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده‌ی مقطع نازک سنگ مورد نظر زیر میکروسکوپ پلاریزان.
- ۴- مشاهده مقطع نازک سنگ مورد نظر زیر میکروسکوپ پلاریزان.

روشن‌شناسایی

- ۱- رنگ
- ۲- بافت
- ۳- ترکیب کانی‌شناسی

الف-۳) سنگ‌های بازیک

این سنگ‌ها براساس محیط تشکیل به انواع گابرو(درونی) و بازالت(بیرونی) تقسیم می‌شوند.

گابرو (Gabbro)

سنگ آذرین درونی که دارای ترکیب شیمیایی بازی است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: تیره
- ۳- بافت: درشت بلور
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: پلاژیوکلاز کلسیم‌دار، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده(در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین)
- ۴- مشاهده(در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین یا میکروسکوپ پلاریزان)

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- بافت

۳- ترکیب کانی‌شناسی

بازالت (Basalt)

بازالت سنگ آذرین بیرونی که دارای ترکیب بازی است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: تیره
- ۳- بافت: ریز بلور
- ۴- ترکیب کانی شناسی: پلاژیوکلاز کلسیم‌دار، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده‌ی مقطع نازک سنگ مورد نظر با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان
- ۴- مشاهده‌ی مقطع نازک سنگ مورد نظر با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان

روش شناسایی

- ۱- رنگ
- ۲- بافت
- ۳- ترکیب کانی شناسی

الف-۴) سنگ‌های فوق بازیک

این گروه از سنگ‌ها در سطح زمین، بیش‌تر در مجموعه‌های افیولیتی دیده می‌شوند.

پریدوتیت (Peridotite)

پریدوتیت سنگ آذرین درونی که دارای ترکیب فوق بازی است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: تیره‌ی مایل به سیاه
- ۳- بافت: درشت بلور
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: الیوین، و مقدار کمی پلاژیوکلاز کلسیم‌دار و پیروکسن.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده (در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین)
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین و میکروسکوپ پلاریزان)

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- بافت

۳- ترکیب کانی شناسی

ب) سنگ‌های رسوبی Sedimentary Rocks

سنگ‌های رسوبی در حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد سطح خارجی زمین را می‌پوشاند و در بعضی مناطق ضخامت آن‌ها به ۱۵ کیلومتر می‌رسد.

سنگ‌های رسوبی را می‌توان به ۳ گروه اصلی تقسیم کرد.

ب-۱) سنگ‌های رسوبی آواری

ب-۲) سنگ‌های رسوبی شیمیایی و بیوشیمیایی

ب-۳) سنگ‌های رسوبی ولکانی کلاستیکی

ب-۱) سنگ‌های رسوبی آواری

ذرات سنگ‌های رسوبی آواری در اثر تخریب سنگ‌های مناطق قاره‌ای، توسط رودخانه‌ها به درون حوضه‌ی رسوبی حمل شده و رسوب کرده‌اند. این سنگ‌ها بر اساس اندازه‌ی ذرات تشکیل دهنده‌ی آن‌ها، به ۳ گروه ۱- سنگ‌های دانه ریز (مانند شیل، گل‌سنگ و سیلت سنگ) ۲- دانه متوسط مانند ماسه سنگ‌ها (آرکوز، کوارتزآرنیت) و ۳- دانه درشت (کنگلوмера و برش) تقسیم می‌شوند.

ب-۱-۱) سنگ‌های رسوبی آواری دانه ریز

شیل (Shale)

شیل یک سنگ رسوبی آواری دانه ریز است که ذرات تشکیل دهنده‌ی آن بیش‌تر از رس و سیلت می‌باشد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سیاه، قرمز و سبز
- ۳- بافت: آواری دانه ریز (کوچک‌تر از 0.625 میلی‌متر)
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: رس و میکا
- ۵- خواص ویژه: تورق‌پذیری و جذب رطوبت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و با تأیید نظر کارشناس
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت ریز
- ۲- تورق پذیری
- ۳- خاصیت جذب رطوبت

گل‌سنگ (Mudstone)

به سنگ رسوبی آواری دانه ریز با ترکیب سیلت و رس که مقدار سیلت آن از $\frac{1}{3}$ تا $\frac{2}{3}$ ذرات تشکیل دهنده‌ی سنگ می‌باشد، گل‌سنگ می‌گویند. تغییر اجزای این سنگ در اندازه‌ی رس بوده و فاقد تورق‌پذیری است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: خاکستری تا تیره
- ۳- بافت: آواری دانه ریز
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: سیلت و رس
- ۵- خاصیت جذب رطوبت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و تأیید کارشناس
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت دانه ریز
- ۲- خاصیت جذب رطوب
- ۳- لمس ذرات در گِل حاصل از سنگ

سیلت سنگ (Siltstone)

به سنگ رسوبی آواری دانه ریز و فاقد خاصیت تورق‌پذیری که بیش از $\frac{2}{3}$ آن از ذرات سیلت تشکیل شده باشد، سیلت سنگ می‌گویند.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: خاکستری تا تیره
- ۳- بافت: دانه ریز
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: سیلت و رس
- ۵- لمس زبر

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و تأیید نظر کارشناس
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

۱- بافت

۲- لمس زبر

۳- مشاهده‌ی مقدار زیاد ذرات سیلت توسط لوپ

ب-۱-۲) سنگ‌های رسوبی آواری دانه متوسط**آرکوز (Arkose)**

به سنگ رسوبی آواری دانه متوسط از گروه ماسه سنگ‌ها که دارای حداقل ۲۵ درصد فلدسپات است، مانند آرکوز می‌گویند.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید، شیری، صورتی یا خاکستری
- ۳- بافت: آواری دانه متوسط
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز، فلدسپات با سیمان رسوبی
- ۵- جور شدگی: ضعیف

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز استفاده از ذره بین یا میکروسکوپ پلاریزان)
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت دانه متوسط
- ۲- ترکیب کانی شناسی
- ۳- لمس زبر

کوارتز آرنیت (Quartz arenite)

به سنگ رسوبی آواری دانه متوسط از گروه ماسه سنگ‌ها، که دارای حداقل ۹۰٪ کوارتز است، کوارتز آرنیت می‌گویند.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید متمایل به خاکستری
- ۳- بافت: آواری دانه متوسط
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز و سیمان رسوبی
- ۵- جورشدگی: خوب
- ۶- لمس: زبر

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین)
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت دانه متوسط
- ۲- ترکیب کانی شناسی
- ۳- رنگ
- ۴- لمس زبر

ب-۱-۳) سنگ‌های رسوبی آواری دانه درشت**کنگلومرا (Conglomerate)**

کنگلومرا یک سنگ رسوبی آواری دانه درشت (حداقل ۸۰ درصد) با گرد شدگی خوب می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: ذرات با رنگ‌های متنوع و سیمان متفاوت
- ۳- بافت: دانه درشت (قطر ذرات بزرگ‌تر از ۲ mm)
- ۴- جورشدگی: ضعیف
- ۵- گرد شدگی: خوب
- ۶- اجزای تشکیل دهنده: قطعات خرد شده سنگ‌های دیگر و سیمان رسوبی

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت دانه درشت
- ۲- گرد شدگی خوب
- ۳- جور شدگی ضعیف

برش (Breccia)

برش یک سنگ رسوبی آواری دانه درشت باگرد شدگی ضعیف می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: ذرات و سیمان با رنگ‌های متفاوت
- ۳- بافت: دانه درشت (بزرگ تر از ۲mm)
- ۴- گرد شدگی: ضعیف (زاویه‌دار)
- ۵- جور شدگی: ضعیف
- ۶- اجزای تشکیل دهنده: از قطعات سنگ‌های دیگر و سیمان رسوبی

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- بافت دانه درشت
- ۲- گرد شدگی ضعیف (زاویه‌دار)
- ۳- جور شدگی ضعیف

ب-۲) سنگ‌های رسوبی شیمیایی و بیوشیمیایی

این گروه از سنگ‌های رسوبی، درون حوضه‌ی رسوبی تشکیل می‌شوند. از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به سنگ آهک، تراورتن، گل سفید، چرت و زغال سنگ اشاره کرد.

سنگ آهک (Calcareous Rock)

سنگ آهک یک سنگ رسوبی غیر آواری * با ترکیب شیمیایی کربنات کلسیم می‌باشد.

* تذکر: سنگ رسوبی که از شبکه‌ی به هم پیوسته بلور تشکیل شده است.

**ویژگی‌ها**

۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$

۲- بافت: بلورین

۳- رنگ: نوع خالص آن، سفید شیری تا کرم و نوع نا خالص آن، تیره

۴- ترکیب کانی‌شناسی: کلسیت

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده، با استفاده از قطره چکان چند قطره اسید کلریدریک بر روی نمونه‌ی سنگ مورد نظر می‌ریزیم در صورت جوشیدن (خروج گاز CO_2)، سنگ مذکور سنگ آهک است.

روش شناسایی

- ۱- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق
- ۲- وجود لبه‌های تیز در قطعات شکسته شده

تراورتن (Travertine)

تراورتن یک سنگ رسوبی آهکی شیمیایی نسبتاً خالص که حفره‌دار و سبک است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید شیری تا کرم
- ۳- بافت: غیر آواری
- ۴- دارای حفره‌دار: ناشی از خروج گاز CO_2
- ۵- ترکیب شیمیایی: کربنات کلسیم

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با ریختن چند قطره اسید کلریدریک بر روی سنگ مذکور، گاز CO_2 آزاد می‌شود.

روش شناسایی

۱- حفره‌دار بودن

۲- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق

سنگ آهک بیوشیمیایی یا آلی (Biochemical Calcareous Rock)

سنگ آهک بیوشیمیایی یک سنگ رسوبی زیستی با ترکیب شیمیایی کربنات کلسیم است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید
- ۳- بافت: بلورین
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کلسیت و سیمان رسوبی

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده و با استفاده از اسید کلریدریک

روش شناسایی

- ۱- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق
- ۲- ترکیب کانی‌شناسی

کوکینا (Coquina)

کوکینا یک سنگ آهک زیستی با مقادیر متغیری از فسیل‌های مختلف است. این سنگ‌ها به طور کامل از فسیل تشکیل شده‌اند که توسط سیمان رسوبی به یکدیگر متصل شده‌اند.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید
- ۳- بافت: آواری
- ۴- اجزای تشکیل دهنده: قطعات آهکی بدن موجودات زنده و سیمان رسوبی

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

روشن‌شناسایی

- ۱- اجزای تشکیل دهنده (قطعات آهکی بدن موجودات زنده)
- ۲- واکنش با اسید کلریدریک

گل سفید (Chalk Rock)

گل سفید یک سنگ رسوبی آهکی زیستی است که از سنگ شدن گل‌های آهکی حاصل از خرد و پودر شدن روزن‌داران و جلبک‌های آهکی تشکیل می‌شوند.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید یا شیری
- ۳- بافت: بلورین
- ۴- ترکیب شیمیایی: کربنات کلسیم

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- واکنش با اسید کلریدریک و آزاد شدن گاز CO_2 .

روش شناسایی

- ۱- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق
- ۲- رنگ

چرت (Chert)

چرت یک سنگ رسوبی شیمیایی که از بلورهای ریز و یا خیلی ریز سیلیس تشکیل شده است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: با توجه به نوع ناخالصی به رنگ‌های متفاوت دیده می‌شود.
- ۳- بافت: غیر آواری
- ۴- ترکیب شیمیایی: سیلیس

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و تأیید نظر کارشناس

روش شناسایی

- ۱- سختی زیاد
- ۲- شکستگی با ایجاد لبه‌ی تیز

کلسدونی (Chalcedony)

کلسدونی یک سنگ رسوبی شیمیایی با ترکیب سیلیس (SiO_2) می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: با توجه به نوع ناخالصی به رنگ‌های متفاوت دیده می‌شود.
- ۳- بافت: بلورین
- ۴- ترکیب شیمیایی: سیلیس
- ۵- سختی $H = 7-8$

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- استفاده از دستگاه XRF و تأیید کارشناس مربوطه
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

- ۱- لایه‌بندی ظریف و متنوع
- ۲- رنگ‌های گوناگون و نیمه شفاف
- ۳- سختی بالا
- ۴- شکستگی با ایجاد لبه‌ی تیز

فلینت (Flint)

فلینت یک سنگ رسوبی شیمیایی با ترکیب سیلیس است که به علت وجود مواد آلی به رنگ‌های خاکستری و سیاه دیده می‌شود.

**ویژگی‌ها**

۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$

۲- رنگ: خاکستری تیره تا سیاه

۳- بافت: بلوری

۴- ترکیب شیمیایی: سیلیس

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده با استفاده از دستگاه XRF

روشن شناسایی

۱- سختی

۲- رنگ

۳- شکستگی با ایجاد لبه‌ی تیز

چرت بیوشیمیایی یا آلی (Biochemical Chert)

چرت بیوشیمیایی یک سنگ رسوبی آلی با ترکیب سیلیس است که از انحلال پوسته‌ی سیلیسی موجوداتی نظیر دیاتومه‌ها، رادیولاریت‌ها و اسفنج‌ها تشکیل شده است.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سفید و خاکستری و در صورت وجود ناخالصی به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود.
- ۳- بافت: بلوری
- ۴- ترکیب شیمیایی: سیلیس

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- با استفاده از دستگاه XRF و تأیید نظر کارشناس

روش شناسایی

۱- سختی بالا

۲- رنگ

۳- شکستگی با ایجاد لبه‌ی تیز

زغال سنگ (Coal)

زغال سنگ یک سنگ رسوبی آلی با ترکیب کربن است که حاصل بقایای گیاهان مدفون شده در بین رسوبات می‌باشد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: قهوه‌ای تیره تا سیاه
- ۳- ترکیب شیمیایی: کربن و ناخالصی
- ۴- رنگ خاکه: سیاه

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده

روشن‌شناسایی

- ۱- رنگ
- ۲- رنگ خاکه

ب-۳) سنگ‌های رسوبی ولکانی کلاستیک (آذر آواری)

این دسته از سنگ‌های رسوبی به دو روش تشکیل می‌شوند.

- سنگ‌های حاصل از فرسایش و تخریب سنگ‌های آتش‌فشانی
- سنگ‌های حاصل از انفجار آتش‌فشان‌ها (آذر آواری)

سنگ‌های آذر آواری

این سنگ‌ها بر اساس اندازه ذرات به ۳ گروه درشت دانه، متوسط دانه و ریز دانه تقسیم‌بندی می‌شوند.

توفیت (Tuffite)

توفیت یک سنگ آذر آواری ریز دانه است که حاصل رسوبگذاری خاکسترهای آتشفشانی در محیط‌های رسوبی می‌باشد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سبز، کرم، قرمز و خاکستری
- ۳- قطر ذرات: کم‌تر از ۲ میلی متر
- ۴- اجزای تشکیل دهنده: خاکسترهای آتشفشانی

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- اندازه‌گیری

۴- مشاهده

روش شناسایی

۱- رنگ

۲- ایجاد بوی کاه گل در هنگام رسیدن آب به آن

۳- اندازه ذرات

ج) سنگ‌های دگرگونی

سنگ‌های دگرگونی براساس وجود یا عدم وجود جهت یافتگی کانی‌های موجود در سنگ به دو گروه تقسیم می‌شوند.

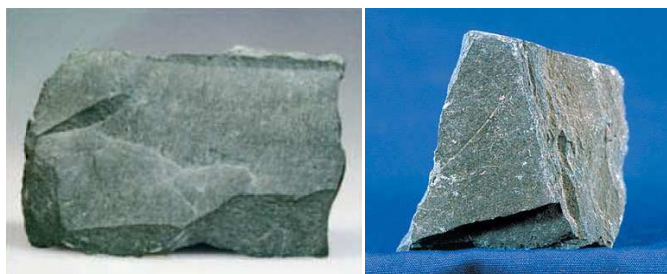
ج-۱) سنگ‌های دگرگونی دارای جهت یافتگی مانند اسلیت، فیلیت، شیست و گنیس.

ج-۲) سنگ‌های دگرگونی فاقد جهت یافتگی مانند مرمر، کوارتزیت، هورنفلس و سرپانتینیت.

ج-۱) سنگ‌های دگرگونی دارای جهت یافتگی ***سنگ لوح (Slate)**

سنگ لوح یک سنگ دگرگونی دانه ریز است که از دگرگونی شیل‌های سیلیسی در درجات دگرگونی ضعیف به وجود می‌آید.

* تذکر: حالتی که در آن کانی‌های ورقه‌ای موجود در سنگ دگرگونی، در جهت عمود بر فشار جهت یافتگی پیدا کنند.

**ویژگی‌ها**

۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$

۲- رنگ: تیره

۳- بافت: دارای شیستوزیته

۴- ترکیب کانی‌شناسی: میکای سفید، کلریت و کوارتز

۵- رخ: رخ اسلیتی

آزمون ویژگی‌ها

۱- اندازه‌گیری

۲- مشاهده

۳- مشاهده

۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان)

۵- مشاهده

روشن‌شناسایی

۱- بافت شیستوزیته

۲- تورق‌پذیری

۳- رنگ

فیلیت (Phyllite)

یک سنگ دگرگونی که دارای شیستوزیته و حاوی میکای نسبتاً فراوانی است و درجه‌ی دگرگونی آن از اسلیت بیش‌تر و از شیست کم‌تر است.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: با توجه به نوع کانی‌های تشکیل دهنده به رنگ‌های روشن، سبز و خاکستری سربی دیده می‌شود.
- ۳- بافت: دارای شیستوزیته
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: میکا، کلریت و کوارتز
- ۵- جلا: براق (ساتنی)

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان)
- ۵- مشاهده

روش شناسایی

۱- جلای ساتنی

۲- بافت

۳- شست‌و‌زیت

شیست (Schist)

یک سنگ دگرگونی که از دگرگونی شیل‌های سیلیسی در درجات دگرگونی نسبتاً بالا بوجود می‌آید.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $6 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سبز تیره تا سیاه
- ۳- بافت: دارای شیستوزیته
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: بیوتیت، مسکوویت و کمی کلریت، کوارتز و استارولیت

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان)

روش شناسایی

- ۱- خاصیت شیستوزیته
- ۲- خاصیت تورق‌پذیری
- ۳- رنگ

گنیس (Gneiss)

یک سنگ دگرگونی است که از دگرگونی سنگ‌های حاوی کانی‌های کوارتز، فلدسپات و میکا در درجات شدید دگرگونی به وجود می‌آید.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
 - ۲- رنگ: به صورت نوارهایی از کانی‌های تیره و روشن دیده می‌شود.
 - ۳- بافت: دارای فولیاسیون *
 - ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز، فلدسپات و کمی میکا
- * **تذکر:** به حالتی که در آن کانی‌های غیر ورقه‌ای موجود در سنگ در جهت عمود بر جهت فشار جهت یافتگی حاصل کرده باشد، گفته می‌شود.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز استفاده از ذره‌بین)

روشن شناسایی

۱- جهت یافتگی (فولیاسیون)

۲- وجود لایه‌های متناوب تیره و روشن

ج-۲) سنگ‌های دگرگونی فاقد جهت یافتگی**مرمر (Marble)**

یک سنگ دگرگونی فاقد جهت یافتگی با ترکیب شیمیایی کربنات کلسیم است این سنگ در مجسمه‌سازی و نمای ساختمان‌ها کاربرد فراوان دارد.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: روشن
- ۳- بافت: بلورین
- ۴- ترکیب شیمیایی: کربنات کلسیم

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- واکنش با اسید کلریدریک و آزاد شدن گاز CO_2 .

روش شناسایی

- ۱- فاقد جهت یافتگی
- ۲- رنگ
- ۳- واکنش با اسید کلریدریک سرد و رقیق

کوارتزیت (Quartzite)

کوارتزیت یک سنگ دگرگونی متراکم و سخت است که در هنگام شکستن، لبه‌های تیز ایجاد می‌شود.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: روشن
- ۳- بافت: موزاییکی
- ۴- ترکیب شیمیایی: کوارتز و سیمان سیلیس

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از ذره‌بین و میکروسکوپ پلاریزان)

روش شناسایی

- ۱- ایجاد لبه‌های تیز در هنگام شکستن
- ۲- سختی بالا
- ۳- مشاهده‌ی رشد بلورهای کوارتز در زیر میکروسکوپ

هورنفلس (Hornfels)

هورنفلس یک سنگ دگرگونی سخت، دانه ریز، متراکم و با شکستگی صدفی است که از دگرگونی مجاورتی سنگ‌هایی مانند شیل‌ها و یا شیست‌ها به وجود می‌آید.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سیاه
- ۳- بافت: موزاییکی و مضرسی
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: کوارتز، فلدسپات، پیروکسن، گارنت و کلسیت.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان)
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان)

روش شناسایی

- ۱- رنگ
- ۲- بافت مضرسی

۳- وجود دانه‌های هم اندازه

۴- عدم وجود جهت یافتگی

سرپانتینیت (Serpentinite)

سرپانتینیت یک سنگ دگرگونی فاقد جهت یافتگی است که از دگرسانی سنگ‌های فوق بازیک به وجود می‌آید.

**ویژگی‌ها**

- ۱- ابعاد: حدود $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$
- ۲- رنگ: سبز روشن تا تیره
- ۳- بافت: بلورین
- ۴- ترکیب کانی‌شناسی: عمدتاً کانی سرپانتین

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- اندازه‌گیری
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده (در صورت نیاز، استفاده از ذره‌بین یا میکروسکوپ پلاریزان)

روشن‌شناسایی

- ۱- رنگ
- ۲- بافت بلورین
- ۳- ترکیب کانی‌شناسی

۳- مدل‌ها و ماکت‌ها

وسائلی هستند که به منظور تسهیل آموزش مفاهیم زمین‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از آن‌ها به شرح زیر است.

جعبه سنگ، کانی و فسیل

این جعبه برای قرار دادن کانی، سنگ و یا فسیل است که به صورت تکی یا چند خانه و از جنس فلز، چوب، پلاستیک، فیبر یا مقوا و ... ساخته می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن متناسب با تعداد و اندازه‌ی کانی، سنگ یا فسیل مورد نظر باشد.
- ۲- درب آن به آسانی باز و بسته شود.
- ۳- به آسانی قابل حمل و نقل باشد (وزن آن حداکثر ۵kg باشد).
- ۴- بر روی جعبه، نوع نمونه (کانی، سنگ آذرین، رسوبی، دگرگونی و یا فسیل) به صورتی نظیر چاپ، حک و ... مشخص شود.
- ۵- نکات ایمنی زیر رعایت شود:
 - عدم وجود پلیسه در جعبه.
 - عدم وجود قسمت‌های تیز و برنده در جعبه.
 - عدم بیرون‌زدگی وسایل اتصالی قطعات جعبه از قبیل میخ، پرچ، دوخت و

۶- مشخصات تولید کننده بر روی جعبه نوشته شود.

۷- استحکام داشته باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- مشاهده

۲- مشاهده

۳- توزین: خطای ± 0.05 گرم قابل قبول است.

۴- یک دستمال مرطوب را ۳۰ بار بر روی نوشته‌ی روی جعبه می‌کشیم. نوشته مذکور نباید پاک شود و یا موارد حکاکی شده از بین برود.

۵- مشاهده

۶- مشاهده

۷- با تأیید نظر کارشناس مربوطه

راهنمای جعبه‌ی سنگ، کانی و فسیل

مجموعه‌ی گردآوری شده از مشخصات و ویژگی‌های کانی، سنگ و فسیل موجود در جعبه مورد نظر است.



جعبه‌ی کانی

جعبه‌ی فسیل

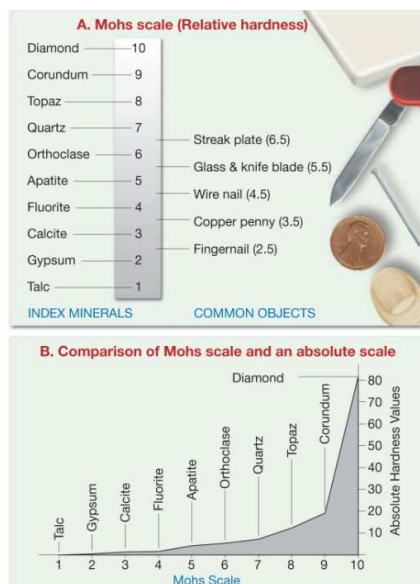
جعبه‌ی سنگ

ویژگی‌ها

- ۱- دستیابی سریع و آسان به مشخصات کانی، سنگ و فسیل موجود در جعبه مانند داشتن برچسب، حک، چاپ عکس رنگی از نمونه و ... باشد.
- ۲- مشخصات تولید کننده بر روی راهنما نوشته شده باشد.
- ۳- کانی‌ها و سنگ‌هایی که عوارض جانبی دارند مانند آزیست، زرنیخ و ... مشخص شوند.

جعبه‌ی سختی سنج موس

جعبه سختی سنج موس مجموعه‌ای حاوی ۱۰ کانی معرفی شده در مقیاس موس به همراه چینی بدون لعاب است که برای تعیین درجه‌ی سختی کانی‌ها به کار می‌رود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن متناسب با تعداد و اندازه‌ی کانی، مورد نظر باشد.
- ۲- درب آن به آسانی باز و بسته شود.
- ۳- به آسانی قابل حمل و نقل باشد (وزن آن حداکثر ۵kg باشد).
- ۴- بر روی جعبه نام کانی‌ها و سختی آن‌ها به صورتی نظیر چاپ، حک و ... مشخص شود.
- ۵- نکات ایمنی زیر رعایت شود.
 - عدم وجود پلیسه در جعبه
 - عدم وجود قسمت‌های تیز و برنده در جعبه.

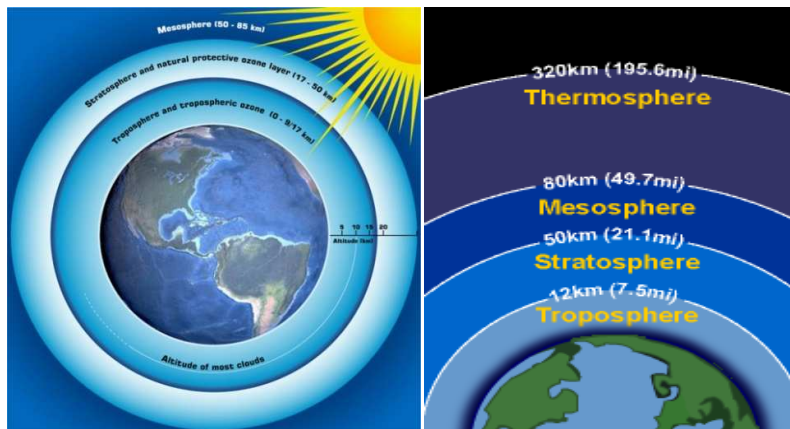
- عدم بیرون زدگی وسایل اتصالی قطعات جعبه از قبیل میخ، پرچ، دوخت و
- ۶- مشخصات تولید کننده بر روی جعبه نوشته شود.
- ۷- چینی بدون لعاب در ابعاد حدود $5 \times 5 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مناسب در جعبه تعبیه شود.
- ۸- دارای استحکام باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- مشاهده
- ۲- مشاهده
- ۳- توزین: خطای $500 +$ گرم قابل قبول است.
- ۴- یک دستمال مرطوب را 30 بار بر روی نوشته‌ی روی جعبه می‌کشیم. نوشته مذکور نباید پاک شود و یا موارد حکاکی شده از بین برود.
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده
- ۷- مشاهده
- ۸- با تأیید کارشناس مربوطه

ماکت لایه‌های هوا

مدلی از لایه‌های هوا که در آن مشخصات هر لایه‌ی هوا را در ارتفاعی مربوطه نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حداقل حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.
- ۲- اجزای مدل به راحتی قابل رؤیت و تفکیک باشد.
- ۳- رنگ‌آمیزی طبیعی باشد به طوری که با کاهش غلظت مولکول‌های هوا، شدت رنگ‌ها کاهش یابد.
- ۴- در تفکیک لایه‌های مختلف، مقیاس رعایت شود.
- ۵- به راحتی قابل حمل باشد.
- ۶- استحکام داشته باشد.
- ۷- لبه‌های تیز و برنده نداشته باشد.
- ۸- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و قطعات الکترونیکی نکات ایمنی رعایت شود.
- ۹- در روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۱۰- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- به وسیله متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و رؤیت اجزا (ابرها، لایه ازون، هواپیما، ماهواره، امواج رادیویی، شفق قطبی، شهاب‌ها و ...) در ارتفاع مربوطه با نظر کارشناس مربوطه.
- ۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه.
- ۴- مشاهده.
- ۵- تأیید کارشناس مربوطه.
- ۶- اگر از فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متری ده مرتبه به طور موازی با سطح افق رها شود، اجزای آن نباید به هم ریخته شود.
- ۷- مشاهده
- ۸- رعایت استاندارد وسایل و قطعات الکترونیکی با تأیید نظر کارشناس مربوطه.
- ۹- مشاهده
- ۱۰- مشاهده

ماکت اقسام ابر

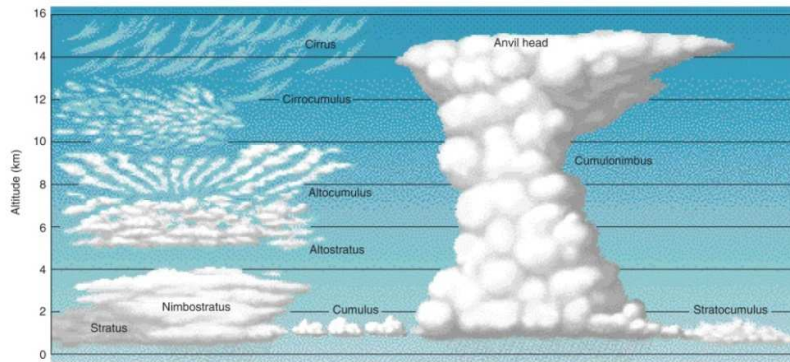
ماکتی که اقسام ابر را در ارتفاعات مختلف نشان می‌دهد.

* تذکر: اقسام ابر عبارت‌اند از:

۱- کومولوس: به ابرهای توده‌ای شکل، کومولوس گفته می‌شود.

۲- استراتوس: به ابرهای لایه لایه، استراتوس گفته می‌شود.

۳- سیروس: به ابرهای پر مانند، سیروس گفته می‌شود.



ویژگی‌ها

۱- ابعاد آن حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.

۲- اجزای مدل به راحتی قابل رؤیت و تفکیک باشد.

۳- رنگ آمیزی طبیعی باشد.

۴- در ساخت ماکت، ارتفاع تشکیل ابر رعایت شود.

۵- به راحتی قابل حمل باشد.

۶- استحکام داشته باشد.

۷- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.

۸- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و قطعات الکترونیکی، نکات ایمنی

رعایت شود.

۹- بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد(لق نخورد).

۱۰- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.

۲- مشاهده

۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه

۴- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه

۵- تأیید کارشناس مربوطه

۶- اگر از فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر ده مرتبه به طور موازی با سطح افق رها شود،

اجزای آن از هم جدا نشود.

۷- مشاهده

۸- رعایت استاندارد وسایل الکترونیکی با تأیید کارشناس مربوطه

۹- مشاهده

۱۰- مشاهده

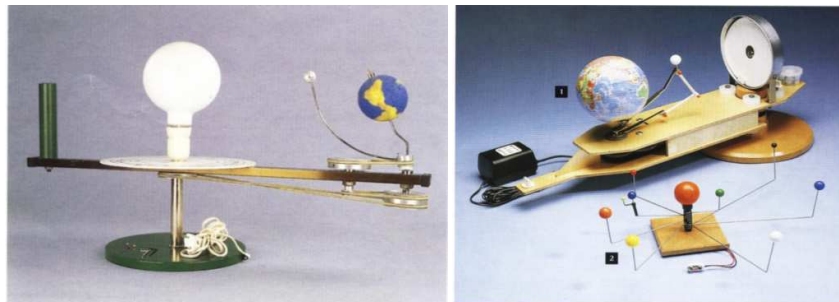
مدل نمایش حرکت وضعی و انتقالی زمین

وسیله‌ای که حرکت وضعی و انتقالی زمین و ماه را نشان می‌دهد.

* **حرکت وضعی** به چرخش زمین یا ماه به دور خودش گفته می‌شود.

حرکت انتقالی به گردش زمین به دور خورشید و گردش ماه به دور زمین گفته

می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد به گونه‌ای طراحی شود که به راحتی قابل حمل باشد.
- ۲- رعایت نسبی سرعت، فاصله و ابعاد اجزا (ماه، زمین، خورشید) الزامی است.
- ۳- رنگ اجزا طبیعی باشد.
- ۴- استحکام داشته باشد.
- ۵- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۶- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و قطعات الکترونیکی نکات ایمنی رعایت شود.
- ۷- مشخصات کره‌ی زمین (مدارها، نصف‌النهارها و ...) رعایت شود.
- ۸- بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد (لق نخورد).
- ۹- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

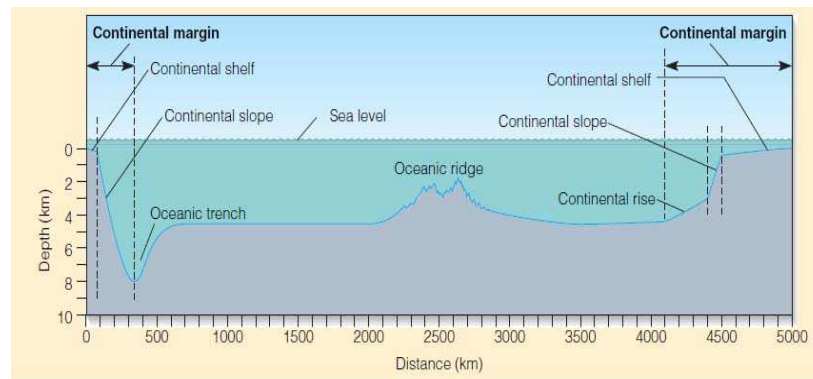
- ۱- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۴- چنان چه وسیله‌ی مذکور برقی باشد، اگر حداقل ۴۸ ساعت به طور مداوم کار کند، نباید هیچ گونه عیب و ایرادی مانند: ایجاد صدا و تغییر شکل فیزیکی اجزای تشکیل دهنده‌ی ماکت و مشاهده شود و در صورت دستی بودن وسیله با چرخاندن ۱۰۰۰ دور هیچ گونه عیب و ایرادی در اجزای آن مشاهده نشود.
- ۵- مشاهده
- ۶- رعایت استاندارد وسایل الکترونیکی با تأیید نظر کارشناس
- ۷- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۸- مشاهده
- ۹- مشاهده

ماکت بستر اقیانوس اطلس

ماکتی که قسمت‌های مختلف بستر اقیانوس اطلس را نشان می‌دهد.

* قسمت‌های مختلف بستر اقیانوس اطلس به ترتیب از ساحل به سمت پشته‌ی اقیانوس عبارت‌اند از:

- ۱- فلات قاره: قسمتی، که از خط ساحلی تا عمق حدود ۲۰۰ متر امتداد دارد.
- ۲- سرایش قاره: منطقه‌ی پر شیب بین فلات قاره تا خیز قاره با شیب متوسط است.
- ۳- خیز قاره: منطقه‌ای با شیب نسبتاً کم از سرایش قاره تا دشت مگاکتی است.
- ۴- دشت مگاکتی: به مسطح‌ترین بخش حوضه‌ی اقیانوس گفته می‌شود.
- ۵- پشته‌های اقیانوسی: به رشته کوه‌های زیر دریایی و طولیل میان اقیانوس‌ها گفته می‌شود.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد به گونه‌ای باشد که به راحتی حمل شود.
- ۲- رعایت شیب نسبی بخش‌های مختلف بستر اقیانوس الزامی است.
- ۳- رنگ‌آمیزی با طبیعت منطبق باشد.
- ۴- استحکام داشته باشد.

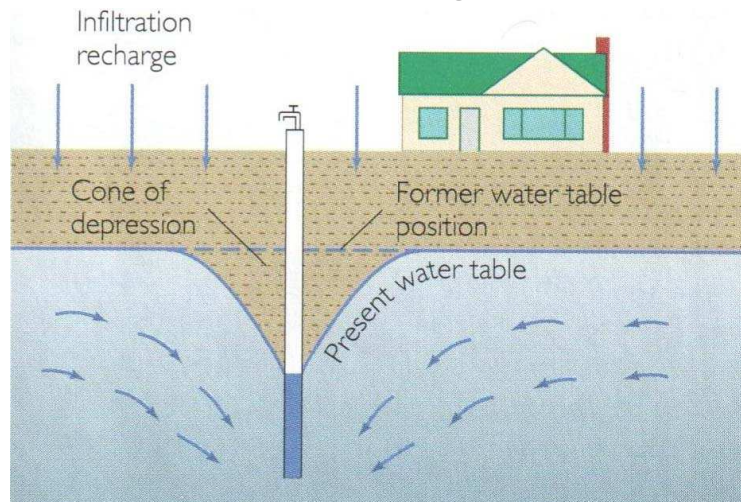
- ۵- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۶- در صورت استفاده از وسایل الکترونیکی روی قطعات الکترونیکی نکات ایمنی رعایت شود.
- ۷- در روی سطح صاف تعادل داشته باشد(لق نخورد).
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۴- اگر از فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر، ده بار رها شود، اجزای آن نباید از هم جدا شود و تغییرات فیزیکی در آن مشاهده نشود.
- ۵- مشاهده
- ۶- رعایت استاندارد وسایل الکترونیکی با تأیید کارشناس مربوطه
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

مدل آبخوان آزاد

مدلی که یک آبخوان آزاد و سطح ایستایی^۱ آن را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.
- ۲- اجزای مدل به راحتی قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۳- قابل حمل باشد.
- ۴- استحکام داشته باشد.
- ۵- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۶- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و الکتریکی، ایمنی رعایت شود.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد (لق نخورد).
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

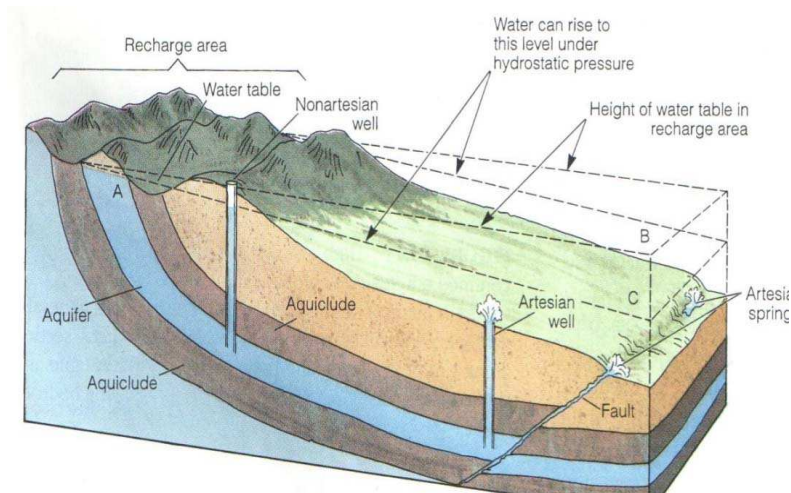
۱ - به سطح فوقانی سفره‌ی آزاد آب زیرزمینی سطح ایستایی گفته می‌شود که تابع عواملی چون میزان بارندگی، میزان نفوذ آب در زمین، میزان بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و ... است.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده
- ۴- اگر از فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر، ده مرتبه به طور موازی با سطح افق رها شود، اجزای آن از هم نپاشد.
- ۵- مشاهده
- ۶- رعایت استاندارد وسایل و قطعات الکترونیکی با تأیید نظر کارشناس مربوطه.
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

آبخوان تحت فشار

مدلی که یک آبخوان تحت فشار^۱ را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد: حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.
- ۲- اجزای مدل به راحتی قابل رؤیت و تفکیک باشد.
- ۳- قابل حمل باشد.
- ۴- استحکام داشته باشد.
- ۵- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۶- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و قطعات الکتریکی، نکات ایمنی رعایت شود.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد (لق نخورد).
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

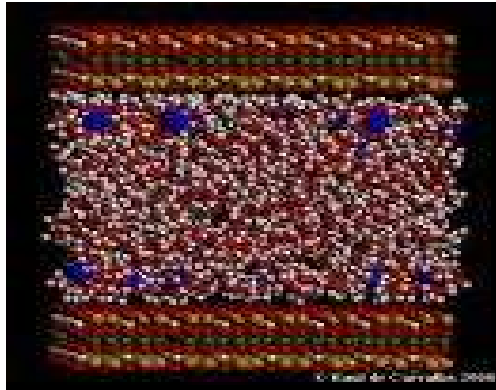
۱ - آبخوان تحت فشار، نوعی سفره‌ی آب زیرزمینی است که در آن یک لایه‌ی نفوذپذیر در بین دو لایه‌ی نفوذناپذیر محصور شده باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده
- ۴- اگر از فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر، ده مرتبه به طور موازی با سطح افق رها شود، اجزای آن از هم نپاشد.
- ۵- مشاهده
- ۶- رعایت استاندارد وسایل و قطعات الکترونیکی با تأیید نظر کارشناس مربوطه.
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

مدل طبقه‌بندی اندازه‌ی ذرات رسوبی

مدلی که اندازه‌ی ذرات رسوبی آواری در آن مشخص می‌شود.



ویژگی‌ها

۱- ابعاد آن متناسب با نوع رسوبات جدول زیر باشد.

طبقه‌بندی ذرات رسوبی برای سنگ‌های رسوبی آواری

سنگ‌های رسوبی آواری	رسوبات (ناپیوسته)	ذرات	اندازه ذرات (میلیمتر)
کنگلومرا (ذرات گرد) یا پرش (ذرات زاویه‌دار)	دانه درشت	درشت‌سنگ قلوه‌سنگ ریگ شن	> 256 $64-256$ $4-64$ $2-4$
ماسه‌سنگ	دانه متوسط	ماسه	$\frac{1}{16}-2$
سیلت سنگ گل‌سنگ شمیل	دانه ریز	سیلت سیلت + رس رس	$\frac{1}{256}-\frac{1}{16}$ $\frac{1}{256}$ $< \frac{1}{256}$

۲- از نمونه‌های تیپیک استفاده شود.

۳- قابل حمل باشد.

۴- استحکام داشته باشد.

۵- لبه تیز و برنده نداشته باشد.

۶- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد(لق نخورد)

۷- دارای وسیله‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- توسط متر اندازه‌گیری شود.

۲- با تأیید کارشناس مربوطه

۳- مشاهده

۴- با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۵- مشاهده

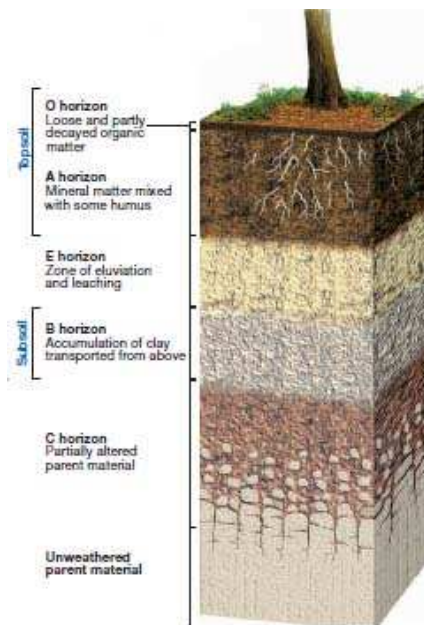
۶- مشاهده

۷- مشاهده

مدل افق‌های خاک

مدلی که افق‌های مختلف خاک (A، B، C و سنگ بستر) را در یک برش عمودی نشان می‌دهد.

* خاک به صورت لایه‌های افقی تشکیل می‌شود که به آن‌ها افق‌های خاک می‌گویند.



ویژگی‌ها

۱- ابعاد آن حدود $15 \times 20 \times 30 \text{ cm}^3$

۲- افق‌های خاک به راحتی قابل رویت و تفکیک باشد.

۳- از خاک‌های نمونه و تیپیک استفاده شود.

۴- قابل حمل باشد.

۵- استحکام داشته باشد.

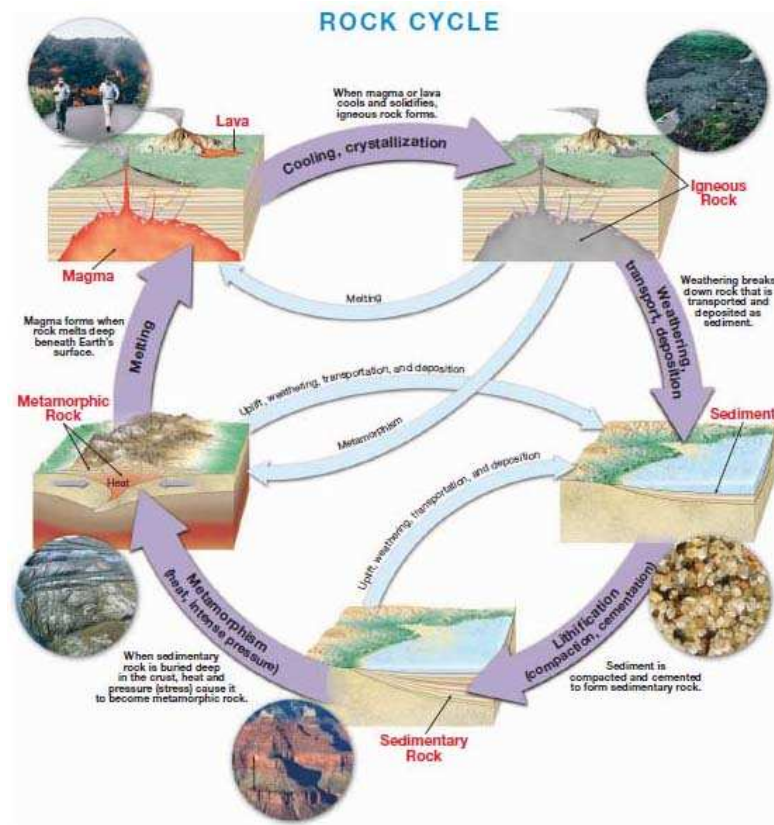
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد(لق نخورد)
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و رویت افق‌های خاک در ارتفاع مربوطه با نظر کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با تأیید نظر کارشناس مربوطه
- ۶- مشاهده
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

مدل چرخه‌ی سنگ

مدلی که در آن مراحل تبدیل انواع سنگ‌ها (آذرین، رسوبی و دگرگونی) را به یکدیگر نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.
- ۲- نمونه‌ی سنگ‌ها طبیعی و تپیک باشد.
- ۳- اجزای مدل به راحتی قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.

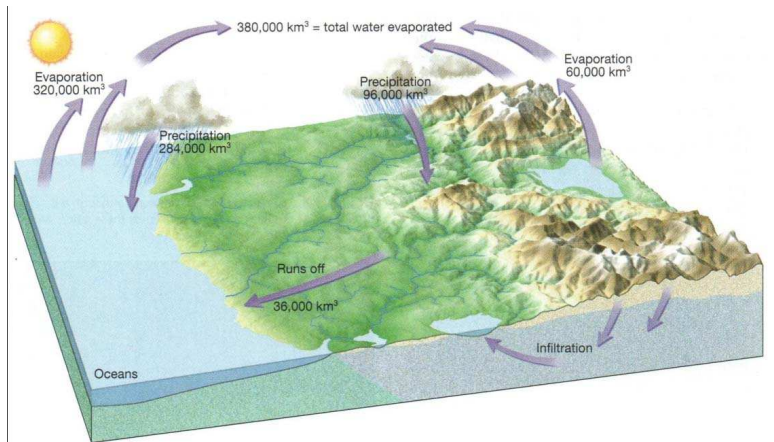
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده داشته باشد.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- توسط متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده
- ۴- مشاهده
- ۵- با تأیید نظر کارشناس مربوطه
- ۶- مشاهده
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

مدل چرخه‌ی آب

مدلی که در آن گردش آب را بین آب کره، هوا کره و سنگ کره نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $60 \times 40 \text{ cm}^2$ و با ضخامت مورد نیاز باشد.
- ۲- اجزای مدل به راحتی قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۳- قابل حمل باشد.
- ۴- استحکام داشته باشد.
- ۵- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۶- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و الکتریکی، ایمنی رعایت شود.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۳- مشاهده

۴- مشاهده

۵- مشاهده

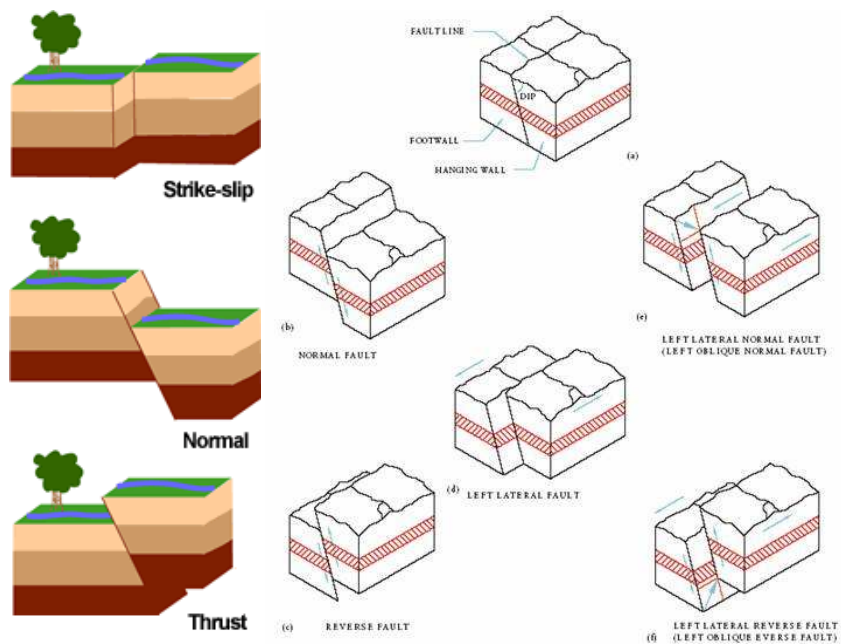
۶- رعایت استاندارد وسایل و قطعات الکترونیکی با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۷- مشاهده

۸- مشاهده

مجموعه‌ی ماکت گسل‌ها

در مجموعه‌ی ماکت گسل‌ها، هر ماکت یکی از انواع گسل‌ها (عادی، رانده، رو رانده امتدادی) و هورست و گرابن را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $15 \times 20 \times 30 \text{ cm}^3$ باشد.
- ۲- از جنس چوب، فیبر، پلاستیک و ... ساخته شود.
- ۳- لایه‌ها، سطح گسل، امتداد، شیب، فرا دیواره، فرو دیواره قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- ماکت بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)

۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- با متر اندازه‌گیری شود.

۲- مشاهده

۳- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس

۴- مشاهده

۵- مشاهده

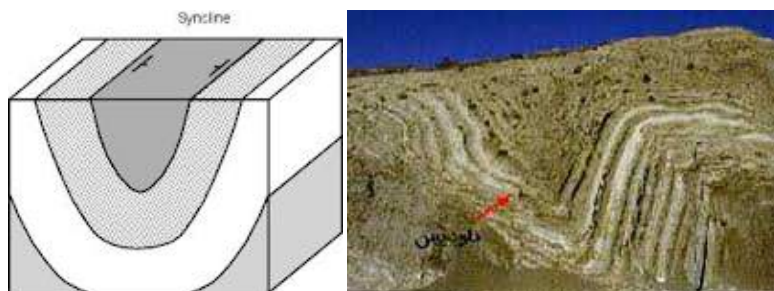
۶- مشاهده

۷- مشاهده

۸- مشاهده

مجموعه‌ی ماکت چین‌ها

در مجموعه‌ی ماکت چین‌ها، هر ماکت یکی از انواع چین‌های (تاقدیس، ناودیس و ...) را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $20 \times 15 \times 30 \text{ cm}^3$ باشد.
- ۲- از جنس چوب، فیبر، پلاستیک و ... ساخته شود.
- ۳- لایه‌ها و اجزای مختلف چین (پهلوی، لولای، سطح محوری، امتداد، شیب، زاویه میل) قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- ماکت بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- با متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده
- ۳- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- مشاهده

۷- مشاهده

۸- مشاهده

مجموعه‌ی ماکت مسیر رودخانه

در مجموعه‌ی ماکت مسیر رودخانه‌ها، هر ماکت مسیر حرکت (مستقیم، مه‌آندر)، شکل بستر رود، مکان‌های فرسایشی، رسوب‌گذاری و حداکثر و حداقل رودخانه را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $15 \times 20 \times 30 \text{ cm}^3$ باشد.
- ۲- از جنس چوب، فیبر، پلاستیک و ... ساخته شود.
- ۳- بخش‌های مختلف یک رودخانه، مکان‌های حداکثر و حداقل سرعت رودخانه قابل رؤیت باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- ماکت بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۸- وسیله مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- با متر اندازه‌گیری شود.

۲- مشاهده

۳- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۴- مشاهده

۵- مشاهده

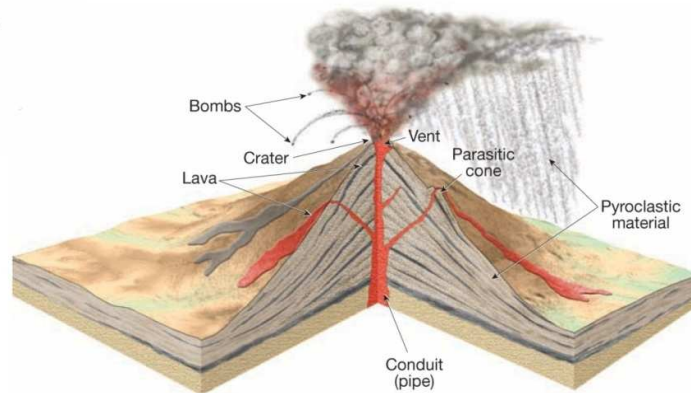
۶- مشاهده

۷- مشاهده

۸- مشاهده

ماکت مخروط آتش‌فشان

ماکتی که در آن مخروط و بخش‌های مختلف (دهانه، دودکش اصلی و فرعی، آشیانه ماگما و ...) یک آتش‌فشان را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $30 \times 40 \times 60 \text{ cm}^3$ باشد.
- ۲- از جنس چوب، فیبر، پلاستیک و ... ساخته شود.
- ۳- بخش‌های مختلف آتش‌فشان قابل رویت باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده داشته باشد.
- ۷- ماکت بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد.
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- با متر اندازه‌گیری شود.
- ۲- مشاهده

۳- مشاهده و با تأکید نظر کارشناس مربوطه

۴- مشاهده

۵- مشاهده

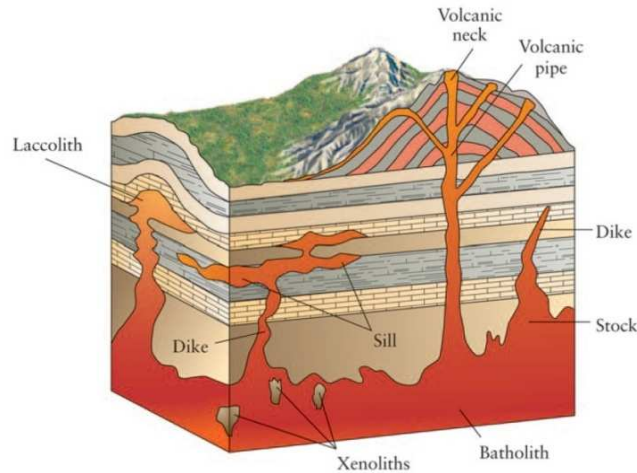
۶- مشاهده

۷- مشاهده

۸- مشاهده

ماکت ساخت‌های آذرین

ماکتی که در آن ساخت‌های آذرین صفحه‌ای (دایک و سیل) و غیر صفحه‌ای (باتولیت، لاکولیت، لوپولیت و استوک) را نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن حدود $30 \times 40 \times 60 \text{ cm}^3$ باشد.
- ۲- از جنس چوب، فیبر، پلاستیک و ... ساخته شود.
- ۳- بخش‌های مختلف آن قابل رویت و تفکیک باشد.
- ۴- قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- در صورت استفاده از مدارهای الکترونیکی و الکتریکی، ایمنی رعایت شود.
- ۸- ماکت بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد. (لق نخورد)
- ۹- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

۱- به وسیله‌ی متر اندازه‌گیری شود.

۲- مشاهده

۳- مشاهده و با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۴- مشاهده

۵- مشاهده

۶- مشاهده

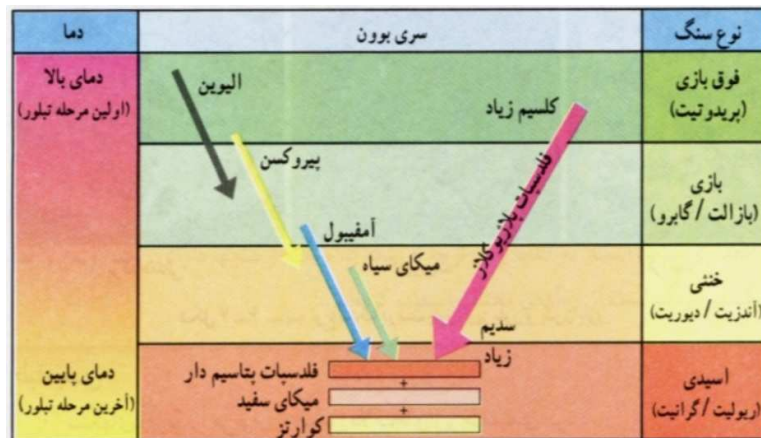
۷- رعایت استاندارد وسایل و قطعات الکترونیکی و با تأیید نظر کارشناس مربوطه

۸- مشاهده

۹- مشاهده

مدل سری واکنشی بوون

مدلی که مراحل تشکیل کانی‌ها از یک ماگمای بازالتی و تشکیل سنگ‌های آذرین را با ترکیب شیمیایی فوق بازی، بازی، خنثی و اسیدی نشان می‌دهد.



ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد با تأیید و نظر کارشناس مربوطه
- ۲- نمونه‌ی کانی‌ها و سنگ‌ها طبیعی و تپیک باشند.
- ۳- تا حد امکان میزان مقاومت کانی‌ها و سنگ‌ها را در برابر هوازدگی با توجه به شکل صفحه‌ی بعد نشان دهد.
- ۴- به آسانی قابل حمل باشد.
- ۵- استحکام داشته باشد.
- ۶- لبه‌ی تیز و برنده نداشته باشد.
- ۷- مدل بر روی سطح صاف تعادل داشته باشد (لق نخورد).
- ۸- وسیله‌ی مذکور دارای دفترچه‌ی راهنما باشد.

آزمون ویژگی‌ها

- ۱- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه
- ۴- مشاهده
- ۵- مشاهده
- ۶- مشاهده
- ۷- مشاهده
- ۸- مشاهده

کوله‌پشتی زمین‌شناسی

وسیله‌ای برای حمل وسایل زمین‌شناس در فضای آزاد است که می‌تواند شامل

موارد زیر باشد:



- ۱- چکش زمین‌شناسی
- ۲- ذره‌بین
- ۳- دفترچه‌ی عملیات صحرایی
- ۴- ماژیک، خودکار و مداد
- ۵- کمپاس
- ۶- اسید کلریدریک
- ۷- قطره چکان
- ۸- متر
- ۹- عینک محافظ و ایمنی چشم
- ۱۰- قلم (گوه)
- ۱۱- چینی بدون لعاب
- ۱۲- کیسه برای جمع‌آوری نمونه
- ۱۳- چسب زخم
- ۱۴- سختی سنج
- ۱۵- کلاه صحرایی
- ۱۶- بیلچه
- ۱۷- برچسب

ویژگی‌ها

- ۱- ابعاد آن به گونه‌ای باشد که وسایل فوق در آن جای بگیرد.
- ۲- جنس آن ضد آب و مقاوم در برابر حمل وسایل فوق باشد.

۳- محلی برای نگهداری نقشه‌ها و عکس‌های هوایی داشته باشد.

آزمون ویژگی‌ها

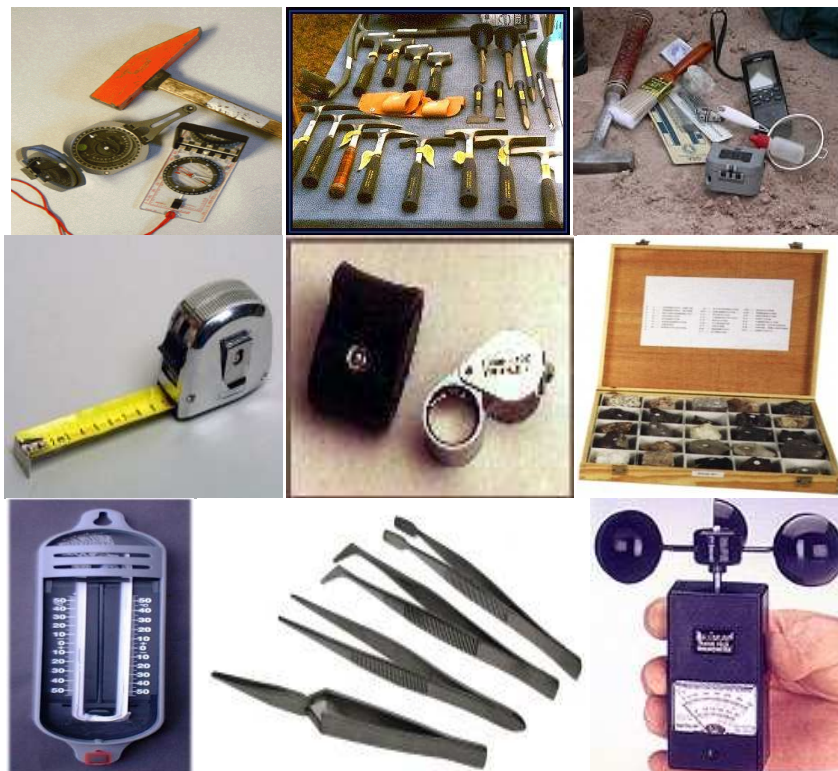
۱- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه

۲- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه

۳- مشاهده و با تأیید کارشناس مربوطه

مجموعه‌ی (کیت) زمین‌شناسی

مجموعه‌ای از مواد، وسایل و تجهیزات آموزشی مورد نیاز فرآیند یاددهی- یادگیری درس زمین‌شناسی در یک واحد آموزشی است که می‌تواند شامل موارد زیر باشد:



- ۱- جعبه‌ی کانی
- ۲- جعبه‌ی سنگ آذرین
- ۳- جعبه‌ی سنگ رسوبی
- ۴- جعبه‌ی سنگ دگرگونی
- ۵- جعبه‌ی فسیل
- ۶- جعبه‌ی سختی سنج موس

- ۷- چینی بدون لعاب
- ۸- اسید کلریدریک
- ۹- قطره چکان
- ۱۰- شیشه‌ی ساعت
- ۱۱- ذره‌بین
- ۱۲- مدل‌ها و ماکت‌های مورد نیاز زمین‌شناسی
- ۱۳- چراغ الکلی
- ۱۴- سه پایه
- ۱۵- انبر
- ۱۶- توری نسوز
- ۱۷- مثلث نسوز
- ۱۸- گیره
- ۱۹- استوانه‌ی مدرج
- ۲۰- نیروسنج ۱۰۰ گرمی
- ۲۱- دماسنج (تر و خشک)
- ۲۲- فشارسنج
- ۲۳- بادنما و بادسنج

ویژگی‌ها

ویژگی‌های مربوط به موارد ۱ تا ۶ در همین فصل ارایه شده است و ویژگی‌های بقیه‌ی موارد نیز به تأیید نظر کارشناس مربوطه است.

فهرست منابع

- ۱- ابراهیمی، علی؛ برنامه‌ریزی درسی، ۱۳۷۷، تهران، انتشارات فکر نو.
- ۲- ابزار زمین‌شناسی کوترز (Kooter's Geology Tools)
www.store.yahoo.com/egeology
- ۳- احدیان، محمد و محمدی، داود، مباحث تخصصی در تکنولوژی، ۱۳۷۷، تهران، نشر ققنوس.
- ۴- استیک، رابرت. ای؛ هنر پژوهش موردی، ترجمه‌ی محمد علی حمید رفیعی، ۱۳۷۹.
- ۵- اعتماد، ایرج و رضایی، محمد حسن، درآمدی بر تکنولوژی آموزشی، ۱۳۷۸، شیراز، انتشارات راهگشا.
- ۶- امیر تیموری؛ محمد حسن، رسانه‌های آموزشی، ۱۳۷۷، تهران، نشر ساسان.
- ۷- پورشمس؛ مهرداد، استاندارد و کنترل کیفیت آماری، ۱۳۷۰، تهران، مرکز آموزش و پژوهش صنایع ایران.
- ۸- توکلی بزاز؛ محمد، گوهر ایران، ۱۳۸۰، انتشارات انوشه.
- ۹- توکلی؛ محمد، تعیین استاندارد تجهیزات آموزشی کتاب‌های جغرافیا در دوره‌های ابتدایی و راهنمایی تحصیلی، ۱۳۸۲، تهران، دفتر تکنولوژی آموزشی.
- ۱۰- خانقاهی؛ اسفندیار، تعیین ویژگی‌های کوله پشتی مدرسه در دوره‌ی تحصیلی ابتدایی، ۱۳۸۲، تهران، دفتر تکنولوژی آموزشی.
- ۱۱- خیری؛ فلوریز، سنگ‌شناسی آذرین، ۱۳۷۴، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۲- درویش‌زاده؛ علی، سنگ‌شناسی دگرگونی، ۱۳۷۱، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۱۳- دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، راهنمای برنامه‌ی درسی زمین‌شناسی

- دوره‌ی متوسطه، ۱۳۷۷، تهران.
- ۱۴- دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی، زمین‌شناسی و علوم زمین دوره‌ی متوسطه، ۱۳۸۳، تهران.
- ۱۵- دفتر تکنولوژی آموزشی، ویژگی‌های وسایل و تجهیزات آموزشی دروس ریاضی و علوم دوره‌های ابتدایی و راهنمایی، ۱۳۸۲، تهران، دفتر تکنولوژی آموزشی.
- ۱۶- دفتر تکنولوژی آموزشی، ویژگی‌های وسایل و تجهیزات آموزشی دروس فیزیک و زیست‌شناسی دوره‌ی متوسطه و پیش دانشگاهی، ۱۳۸۳، تهران، دفتر تکنولوژی آموزشی.
- ۱۷- سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، قانون تشکیل سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۷، تهران.
- ۱۸- سبزه‌ئی؛ مسیب، واژه‌نامه انگلیسی به فارسی زمین‌شناسی و علوم و فنون وابسته، ۱۳۷۹، انتشارات مرکز نشر سمی.
- ۱۹- سیف؛ علی اکبر، روانشناسی یادگیری و تدریس، ۱۳۵۵.
- ۲۰- سیف؛ علی اکبر، طبقه‌بندی هدف‌های تربیتی، ۱۳۶۸.
- ۲۱- شریفی؛ حسن پاشا و شریفی نسترن، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، ۱۳۷۹.
- ۲۲- شلی؛ دیوید، ترجمه‌ی عباس آسیابان‌ها، بررسی میکروسکوپی سنگ‌های آذرین و دگرگونی، ۱۳۷۴، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی.
- ۲۳- صداقت، محمود و معماریان، حسین، زمین‌شناسی فیزیکی، ۱۳۶۹، انتشارات دانشگاه پیام نور، جلد اول و دوم.
- ۲۴- فردانش؛ هاشم، مبانی نظری تکنولوژی آموزشی، ۱۳۷۲ تهران، انتشارات سمت.
- ۲۵- مر؛ فرید، واژه‌نامه جامع علوم زمین، ۱۳۸۰، انتشارات کوشا مهر شیراز.
- ۲۶- مر؛ فرید، مدبری، سروش، کانی‌شناسی، ۱۳۸۰، انتشارات کوشا مهر شیراز.

- ۲۷- مطالعه و بررسی کتب، پژوهش‌ها و سایت سایت سازمان ملی استاندارد ایران.
(www.isiri.org)
- ۲۸- معزز؛ ضرغام و شریفیان عطار؛ رضا، گوهرشناسی (بررسی سنگ‌های قیمتی)، ۱۳۸۰، انتشارات واژگان خرد.
- ۲۹- معزز؛ ضرغام، شریفیان عطار، رضا و مستکملی؛ احمد، فرهنگ کاربردی تشخیص کانی‌ها، ۱۳۸۰، انتشارات بنفشه.
- ۳۰- مهاجر؛ محبوبه، رسانه‌ها و نمادها: صورت‌های بیان، ارتباط و آموزش، ۱۳۷۷، تهران، انتشارات سروش.
- ۳۰- موسوی حرمی؛ رضا، رسوب‌شناسی، ۱۳۸۰، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳۱- مهجور؛ سیامک رضا، انتخاب رسانه‌ها برای آموزش، ۱۳۷۷، شیراز، نشر ساسان.
- ۳۲- وزارت آموزش و پرورش، سیاست‌ها و خط مشی‌های سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۸، تهران.
- ۳۳- وزارت آموزش و پرورش، اساسنامه‌ی شورای سیاست‌گذاری تکنولوژی و تجهیزات آموزشی، ۱۳۷۹.
- 34- Bariand . P , Macrae . D ; Abbey Library . London . 1976 .
- 35 . Bransford.J.D.et al(2001) , " How People Learn " Washington , D.C : National Academy Press .
- 36 . Bruner.J.S ; The Process of Education ; New York : Random House , 1960 .
- 37 . Dubois.N.F , Alverson.G.F , Staley.R.K ; Educational psychology and Instructional Decisions : The Dorsey Press , Georgetown , Ontario , 1979.
- 38 . Gagne.E.D ; The Cognitive Psychology of School Learning ; Boston : Little Brown and Company , 1985.
- 39 . Tucker ; Sedimentary Petrology , university Durham . 1991 .