

یه شب خواب دیدم توی یه کره دیگه هستم و یه جماعت زیادی آدم فضایی دوره‌ام کردن. یکی شون که کله‌اش از بقیه شون بزرگ‌تر بود، پرسید: تو از کجا اومدی؟

◀ زمین

◀ زمین؟! زمین دیگه چیه؟

◀ (با ژست عالمانه) زمین سومین سیاره در منظومه شمسیه که دو سومش آبه و هر ۳۶۵ روز به دور خورشید و هر ۲۴ ساعت به دور خودش می‌گرده. اتمسفرش از هواست که بیشترش نیتروژن و اکسیژنه و خشکیش از سنگای آذرین، دگرگونی یا رسوبیه. هسته‌اش از جنس آهن مذابه! میدان مغناطیسی هم داره.

◀ خب! دیگه چی؟

◀ (با خجالت) همین دیگه! بیشتر نمی‌دونم.

خواب عجیبی بود! ولی واقعاً خیلی زشته که کل اطلاعات آدم درباره کره‌ای که روی اون زندگی می‌کنه، چندتا جمله بیشتر نباشه! برای همین به همه شما پیشنهاد می‌کنم که زمین‌شناسی رو فقط برای ۲۰ گرفتن نخونید؛ ارزش زمین خیلی بیشتر از این حرفاست.

زمین بخونید؛ ولی الهی هیچ وقت زمین نخورید!

از خانم دکتر تیمورزاده و خانم مهندس سمیعی ممنونیم که با وجود مسئولیت‌های سنگین علمی، خانوادگی و ... این کتاب رو به بهترین شکل تألیف کردند.

از خانم فائزه کیقبادی گرامی، مسئول محتوایی و اجرایی کتاب در واحد تألیف و هم‌چنین دوستای واحد تولیدمون که برای این کتاب خیلی زحمت کشیدن سپاس‌گزاریم.

سلام دوستان عزیز

از آفریننده هستی سپاس‌گزاریم و خوشحالیم که به ما فرصتی داد تا کتابی رو برای شما عزیزان پایه یازدهم، رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک تهیه کنیم.

توجه داشته باشید که علاوه بر نقش زمین‌شناسی در زندگی تون، نمره این درس در معدل و سوابق تحصیلی تون تأثیر دارد و برای ورود به دانشگاه و حتی انتخاب رشته شما، مهم هست.

پس خودتونو آماده کنید ... برای مطالعه کتابی که سعی کردیم به شکلی مفید و مؤثر بنویسیمش و هم‌چنین دوستی و علاقه‌ای تازه، بین شما و این درس جذاب، ایجاد کنیم. امیدواریم که همین‌طور باشه. با این‌که در سال‌های قبل مطالبی در مورد زمین‌شناسی یاد گرفتین، ولی حالا با مطالعه این کتاب اطلاعات کامل‌تری به دست میارین.

دوستان خوبم، در ابتدای هر فصل با مطالعه نقشه مفهومی می‌تونید با مطالب اون فصل آشنا بشین. براتون درس‌نامه کامل، سؤالات امتحانی متنوع هر فصل و هم‌چنین برای آمادگی بهتر در آزمون نهایی، پنج نمونه آزمون نوبت اول و دوم با پاسخ‌نامه رو طراحی کردیم.

به «نکات» و مطالب «دقت کنید» و «باید بدانید»، توجه زیادی داشته باشید. حرف آخرمون، این کتاب رو دقیق مطالعه کنید و آماده بشین برای گذروندن این درس، با موفقیت و کسب نمره عالی (با امید به خدای مهربون).

در این‌جا بایستی از همه دوستان خیلی‌سبز که در تهیه این کتاب یاری‌مان کردند، تشکر و قدردانی کنیم.

فرصت‌ها رو دریابید.

موفق‌ترین‌ها باشید.

هاله تیمورزاده

رضیه سمیعی

فهرست

فصل‌ها

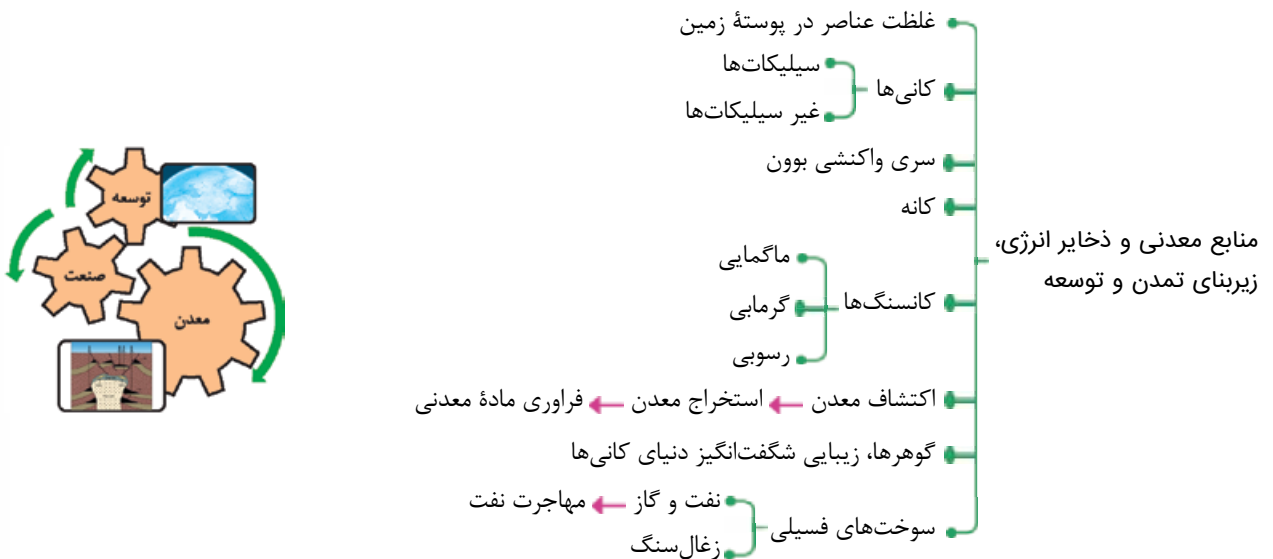
۸	فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین
۳۱	فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه
۶۳	فصل سوم: منابع آب و خاک
۹۴	فصل چهارم: پویایی زمین
۱۳۵	فصل پنجم: زمین‌شناسی و سلامت
۱۵۵	فصل ششم: زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی
۱۷۴	فصل هفتم: زمین‌شناسی ایران
۱۸۷	پاسخ‌نامه تشریحی

امتحانات

۲۲۵	امتحان‌های نوبت اول (آزمون شماره ۱)
۲۳۸	پاسخ سؤال‌های امتحانی نوبت اول (آزمون شماره ۱)
۲۲۷	امتحان‌های نوبت اول (آزمون شماره ۲)
۲۳۸	پاسخ سؤال‌های امتحانی نوبت اول (آزمون شماره ۲)
۲۲۹	امتحان‌های نوبت دوم (آزمون شماره ۳)
۲۳۹	پاسخ سؤال‌های امتحانی نوبت دوم (آزمون شماره ۳)
۲۳۲	امتحان‌های نوبت دوم (آزمون شماره ۴)
۲۳۹	پاسخ سؤال‌های امتحانی نوبت دوم (آزمون شماره ۴)
۲۳۵	امتحان‌های نوبت دوم (آزمون شماره ۵)
۲۴۰	پاسخ سؤال‌های امتحانی نوبت دوم (آزمون شماره ۵)

فصل ۲: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

نقشه مفهومی فصل



بخش اول: منابع معدنی

مقدمه

زیربنای اقتصادی کشورهای مختلف، متنوع است. مبنای اقتصادی برخی از کشورها، صنعت، کشاورزی یا گردشگری است و برخی دیگر، اقتصاد خود را بر مبنای منابع و ذخایر معدنی بنا نهاده‌اند.

بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار دارید از:

➤ منابع فلزی (آهن، آلومینیم، طلا و منیزیم)

➤ منابع غیرفلزی (رس‌ها، زغال سنگ و ...)

➤ مواد نفتی و فراورده‌های پتروشیمی (پلاستیک، بنزین و ...) به دست می‌آیند.

در این فصل با نحوه تشکیل، ذخیره و اکتشاف منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز) آشنا می‌شوید.

منابع معدنی در زندگی ما

بخش عمده مواد مورد نیاز برای زندگی ما، از منابع معدنی تأمین می‌شوند. به طور مثال:

➤ مس موجود در کابل‌های برق

➤ آهن مورد استفاده در ریل راه آهن

➤ پلاتین استفاده شده در ساخت گوشی تلفن همراه

➤ فلوئور موجود در ترکیب خمیردندان

➤ کانی گرافیت به کاررفته در مداد، از منابع معدنی تهیه می‌شوند.

منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین‌شناسان، از معادن استخراج و پس از فراوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می‌گردند.

📌 نکته: مواد معدنی استخراج شده از معادن برای این که در صنعت قابل استفاده باشند، باید فراوری شوند.

غلظت عناصر در پوسته زمین

دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک و واشنگتن در سال ۱۹۲۴ میلادی بر مبنای تجزیه نمونه سنگ‌های فراوانی که از سراسر دنیا گردآوری شده بود، میانگین درصد وزنی عناصر سازنده پوسته زمین، یعنی «غلظت کلارک» را تعیین کردند.

عنصر	میانگین درصد وزنی در پوسته
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۳/۶۳
سدیم	۲/۷۷
پتاسیم	۲/۳۲

عنصر	میانگین درصد وزنی در پوسته
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیم	۰/۴۴
فسفر	۰/۱۲
منگنز	۰/۱۰
روی	۰/۰۰۷
مس	۰/۰۰۶
سرب	۰/۰۰۱۶

دقت کنید! پوسته زمین از انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی تشکیل شده است. ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های آذرین است، زیرا مقدار کل سنگ‌های رسوبی و دگرگونی نسبت به حجم سنگ‌های آذرین در پوسته زمین بسیار اندک و فاقد اهمیت است.

غلظت کلارک: به میانگین درصد وزنی عناصر سازنده پوسته زمین، غلظت کلارک می‌گویند.

دقت کنید!

۴۵/۲۰	O	فراوان‌ترین نافلز
۲۷/۲۰	Si	فراوان‌ترین شبه‌فلز
۸/۰۰	Al	فراوان‌ترین فلز

اندازه‌گیری و تعیین غلظت میانگین عناصر

بی‌هنجاری: گاهی تمرکز یک یا چند عنصر در سنگ، خاک، گیاهان و یا آب یک منطقه در مقایسه با میانگین آن‌ها در پوسته زمین، بالاتر یا پایین‌تر است که به آن **بی‌هنجاری** گفته می‌شود.

انواع بی‌هنجاری عناصر

- هنگامی که تمرکز یک عنصر در منطقه‌ای **بالاتر** از میانگین پوسته باشد، بی‌هنجاری **مثبت** است.
- هنگامی که تمرکز یک عنصر در منطقه‌ای **پایین‌تر** از میانگین پوسته باشد، بی‌هنجاری **منفی** است.

نکات: ۱ زمین‌شناسان در پی‌جویی‌های اکتشافی عناصر به دنبال یافتن مناطقی با بی‌هنجاری مثبت هستند.

۲ با اندازه‌گیری فراوانی یک عنصر در کانی‌ها و سنگ‌های یک منطقه و مقایسه آن با میانگین وزنی آن عنصر در پوسته زمین می‌توان نوع بی‌هنجاری را تعیین کرد.

فعالیت تکمیلی (صفحه ۲۵ کتاب درسی)

عنصر	درصد براساس جرم	بی‌هنجاری
Fe	۱۲	مثبت
Cu	۰/۰۰۰۷	منفی
Pb	۰/۰۱	مثبت
Zn	۰/۰۰۰۹	منفی

سؤال: نتایج حاصل از تجزیه سنگ‌های یک منطقه، در جدول ارائه شده است. در کدام عنصر بی‌هنجاری مثبت و در کدام بی‌هنجاری منفی دیده می‌شود؟

پاسخ: می‌توان با توجه به جدول غلظت کلارک عناصر فراوان پوسته زمین، بی‌هنجاری عناصر را تشخیص داد.

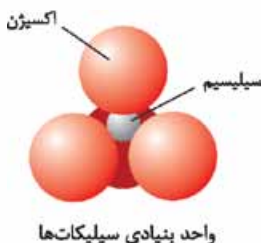
تقسیم‌بندی کانی‌های سنگ‌ساز

رده‌بندی کانی‌ها براساس ترکیب شیمیایی
 سیلیکات‌ها
 غیر سیلیکات‌ها

کانی‌های سیلیکاتی

سیلیکات‌ها، کانی‌هایی هستند که:

- بیش از ۹۰ درصد حجم پوسته زمین را تشکیل می‌دهند.
- در ترکیب شیمیایی خود، بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) دارند.
- در سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی یافت می‌شوند.



- کانی‌های غیرسیلیکاتی، کانی‌هایی هستند که:
- در ترکیب شیمیایی خود، فاقد بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) هستند.
 - در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند.

یادآوری

دوستان عزیز! در کتاب علوم پایه هشتم، کانی‌ها را مطالعه کردید، این مطالب جهت یادآوری آورده شده است.

- مثال‌هایی از کانی‌های سیلیکاتی (بدون عناصر آهن و منیزیم) = روشن
- کانی کوارتز
 - فلدسپارها^۱
 - میکای سفید (مسکویت) = طلق نسوز
- مثال‌هایی از کانی‌های سیلیکاتی (دارای عناصر آهن و منیزیم) = تیره
- الیوین
 - پیروکسن
 - آمفیبول‌ها
 - میکای سیاه (بیوتیت)

کانی‌های غیرسیلیکاتی شامل گروه‌های متنوعی از کانی‌هایی می‌شوند که دارای بنیان‌های مختلف اکسید، فسفات، سولفید، هالید (کلرید و فلورید)، سولفات و کربنات و همچنین عناصر آزاد هستند.

رده‌بندی کانی‌های غیرسیلیکاتی

- دارای بنیان کربنات (آهک یا کلسیت (CaCO_3) ، دولومیت $[\text{Ca}, \text{Mg}(\text{CO}_3)_2]$)
- دارای بنیان هالید که خود شامل: بنیان کلرید (هالیت $= \text{NaCl}$) بنیان فلورید (فلوئوریت $= \text{CaF}_2$)
- دارای بنیان اکسید (یا قوت یا گندوم $= \text{Al}_2\text{O}_3$ و هماتیت $= \text{Fe}_2\text{O}_3$)
- دارای بنیان سولفات (گچ یا ژیبس $= \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و انیدریت $= \text{CaSO}_4$)
- دارای بنیان سولفید (گالن $= \text{PbS}$ و پیریت $= \text{FeS}_2$)
- عناصر آزاد (گوگرد (S) ، مس (Cu) و نقره (Ag) و ...)

سری واکنشی بوون

سال‌های قبل آموختید که گروهی از کانی‌ها حاصل تبلور ماگما هستند (کانی‌های ماگمایی).

- عوامل مؤثر بر ترکیب شیمیایی متفاوت ماگماها
- ترکیب سنگ ذوب‌شده
 - شرایط ذوب

سنگ‌ها از کانی‌های مختلفی تشکیل شده‌اند که هر کدام نقطه ذوب مشخصی دارند.

انواع کانی‌ها براساس نقطه ذوب:

- کانی‌های زودگداز: کانی‌های روشن که نقطه ذوب پایینی دارند و زودتر ذوب می‌شوند.
 - کانی‌های دیرگداز: کانی‌های تیره که نقطه ذوب بالایی دارند و دیرتر ذوب می‌شوند.
- ذوب بخشی:** با شروع ذوب، کانی‌های دیرگداز وارد ترکیب ماگما نمی‌شوند و در تشکیل ماگما شرکت نمی‌کنند، به این ذوب، **ذوب بخشی** گفته می‌شود. در اوایل قرن بیستم، بوون زمین‌شناس کانادایی، مطالعات تجربی برای تعیین تبلور کانی‌های سیلیکاتی از یک ماگما (براساس دمای تبلور) انجام داد که به عنوان «سری واکنشی بوون» از آن یاد می‌شود.
- روش کار بوون:** بوون سنگ بازالت را پودر کرد و سپس ذوب نمود و اجازه داد تا به آرامی سرد شود. او متوجه شد که کانی‌ها و سنگ‌های مختلفی از این ماگمای بازالتی اولیه به وجود می‌آید.

نکته: ترکیب ماگمای بازالتی اولیه شامل آهن و منیزیم نسبتاً بالا و SiO_2 نسبتاً کم است.

شرط مهم برای تشکیل سنگ‌های مختلف از ماگمای اولیه: کانی‌های متبلور شده از ماگما جدا شده و با مذاب باقی‌مانده وارد واکنش نشوند یعنی باید «تبلور بخشی» انجام گیرد.

نکته: یکی از روش‌های جداسازی کانی‌ها از ماگما، ته‌نشین شدن کانی‌های متبلور شده در کف اتاقک ماگمایی است.

بوون نشان داد که تبلور بخشی یک ماگمای اولیه می‌تواند سنگ‌های آذرین با ترکیب شیمیایی متفاوت ایجاد کند.

بوون برای تبلور کانی‌های آذرین دو سری جداگانه در نظر گرفت:

- ۱ **سری واکنشی ناپیوسته:** طی آن کانی‌های آهن و منیزیم‌دار مانند الیون، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت با تغییر ترکیب شیمیایی و تغییر در ساختمان در دماهای مختلف متبلور می‌شوند.
- ۲ **سری واکنشی پیوسته:** طی آن فلدسپارهای پلاژیوکلاز با حفظ ساختمان سیلیکاتی و فقط تغییر در ترکیب شیمیایی در دماهای مختلف متبلور می‌شوند.



تصویر شماتیک سری واکنشی بوون (Bowen)

دقت کنید! براساس سری واکنشی بوون نخستین کانی‌های حاصل از سرد شدن ماگمای بازالتی عبارت‌اند از مقدار زیادی الیون و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار

نکات: ۱ اگر نخستین کانی‌ها از ماگمای باقی‌مانده جدا شوند و در سطح زمین به نام **کماثیت** و در درون زمین سنگی به نام **پریدوتیت** تشکیل می‌دهند. (اولین سنگ‌ها)

۲ اگر نخستین کانی‌ها از ماگمای باقی‌مانده جدا نشوند، هم‌زمان با کاهش دما، با آن به طور کامل وارد واکنش شده و الیون به پیروکسن و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار به پلاژیوکلازی با محتوای کلسیم کم‌تر تبدیل می‌شوند.

۳ مقداری الیون، پلاژیوکلاز کلسیم‌دار با محتوای کلسیم کم‌تر و مقدار زیادی پیروکسن در سطح زمین سنگی به نام **بازالت** و در درون زمین سنگی به نام **گابرو** تشکیل می‌دهند. (دومین سنگ‌ها)

به طور کلی در فرایند تبلور و با کاهش دما، کانی‌های دمای بالا ضمن واکنش با ماگمای باقی‌مانده به کانی‌هایی با درجه حرارت پایین‌تر از خود تبدیل می‌شوند.

بیوتیت → مذاب باقی‌مانده + آمفیبول آمفیبول → مذاب باقی‌مانده + پیروکسن پیروکسن → مذاب باقی‌مانده + الیون

توجه داشته باشید: با ادامه تبلور و کاهش دما مقدار عنصر پتاسیم که تاکنون وارد ساختمان کانی‌ها نشده است، در مذاب باقی‌مانده افزایش می‌یابد.

نکات: ۱ آخرین کانی‌های حاصل از سرد شدن ماگمای بازالتی اولیه عبارت‌اند از: فلدسپار پتاسیم، مسکویت و کوارتز.

۲ آخرین کانی‌ها در سطح زمین سنگی به نام **ریولیت** و در درون زمین سنگی به نام **گرانیت** تشکیل می‌دهند.

نتیجه: براساس اصول سری واکنشی بوون، از تبلور یک ماگمای بازالتی اولیه حداقل **چهار نوع** با ترکیب کانی‌شناسی متفاوت ایجاد می‌شود.

کاربرد سری واکنشی بوون: ۱ سنگ‌شناسی آذرین ۲ اکتشاف مواد معدنی

دانش‌آموزان عزیز توجه داشته باشید که مبحث «سری واکنشی بوون» بسیار مهم است و در آزمون‌های مختلف مورد ارزشیابی قرار می‌گیرد. در این جدول مطالب مهم به صورت خلاصه آورده شده است.

ترتیب تشکیل	نوع سنگ	نام سنگ	رنگ	دما	میزان SiO_2	میزان Fe و Mg	ترکیب کانی‌شناسی
نخستین سنگ‌ها	درونی	پریدوتیت	خیلی تیره	خیلی زیاد	خیلی کم	↑ خیلی زیاد	الیون، پلاژیوکلاز کلسیم‌دار، مقداری پیروکسن
	بیرونی	کماثیت					
دومین سنگ‌ها	درونی	گابرو	تیره	بالا	کم	↑ زیاد	پیروکسن، پلاژیوکلاز با محتوای کلسیم کم‌تر، مقداری الیون
	بیرونی	بازالت					
سومین سنگ‌ها	درونی	دیوریت	نیمه‌روشن	متوسط	↑ زیاد	↑ کم	مقداری پیروکسن، آمفیبول، پلاژیوکلاز سدیم‌دار و بیوتیت
	بیرونی	آندزیت					
آخرین سنگ‌ها	درونی	گرانیت	روشن	کم	↓ بسیار زیاد	↑ خیلی کم	فلدسپار پتاسیم‌دار، مسکویت، کوارتز
	بیرونی	ریولیت					



- درستی یا نادرستی عبارات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.
- ۲۸۰- منابع معدنی، تأمین‌کنندهٔ تعداد زیادی از مواد معدنی مورد نیاز زندگی انسان‌ها هستند.
- ۲۸۱- عنصر آهن به دلیل رسانایی بالا در کابل‌های برق کاربرد زیادی دارد.
- ۲۸۲- در منابع معدنی پس از شناسایی محل، فراوری مادهٔ معدنی انجام می‌شود.
- ۲۸۳- بیشتر مواد معدنی به صورت فلزی، در صنایع کاربرد دارند.
- ۲۸۴- به فراوانی میانگین عناصر در پوستهٔ زمین کلارک گفته می‌شود.
- ۲۸۵- سیلیسیم فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ زمین است.
- ۲۸۶- ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های رسوبی موجود در آن است.
- ۲۸۷- کانی‌های سیلیکاتی بیش از ۹۰ درصد مواد تشکیل‌دهندهٔ زمین را تشکیل می‌دهند.
- ۲۸۸- کانی‌های سیلیکاتی کانی‌هایی هستند که در ترکیب شیمیایی خود فقط بنیان SiO_4^{4-} دارند.
- ۲۸۹- ترتیب تبلور کانی‌های سیلیکاتی از یک ماگمای در حال انجماد، سری واکنشی بوون نام دارد.
- ۲۹۰- تبلور کانی‌ها مطابق سری واکنشی بوون و براساس دمای تبلور، عمدتاً در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی که سردتر است، آغاز می‌شود.
- ۲۹۱- سنگ بیرونی پریدوتیت نسبت به سنگ‌های دیگر ذکر شده در سری واکنشی بوون حاوی الیون بیشتری است.
- ۲۹۲- کانی آمفیبول برخلاف پلاژیوکلاز سدیم‌دار، در سری واکنشی ناپیوسته قرار دارد.
- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.
- ۲۹۳- منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین‌شناسان، از معادن و پس از به کالاهای مورد نظر تبدیل می‌گردند.
- ۲۹۴- کلارک به فراوانی میانگین عناصر گفته می‌شود.
- ۲۹۵- فراوان‌ترین عنصر فلزی در پوستهٔ زمین، اندازه‌گیری شده است.
- ۲۹۶- اگر غلظت عنصر یا عناصر از غلظت میانگین پوستهٔ زمین پایین‌تر باشد، است.
- ۲۹۷- اجزای اصلی انواع سنگ‌ها و خاک‌ها در پوستهٔ زمین را کانی‌های تشکیل می‌دهند.
- ۲۹۸- ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های است.
- ۲۹۹- تبلور کانی‌ها براساس دمای انجماد عمدتاً در نزدیکی اتاقک ماگمایی آغاز می‌شود.
- ۳۰۰- کانی‌های حاصل از تبلور ماگما عموماً هستند.
- ۳۰۱- کانی الیون با مایع مذاب باقی‌مانده، واکنش داده و به وجود می‌آید.
- کلمهٔ درست را در عبارات زیر انتخاب کنید.
- ۳۰۲- کانی‌های حاوی عنصر (کلسیم - سدیم) در پوستهٔ زمین فراوان‌ترند.
- ۳۰۳- فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ زمین بعد از سیلیسیم (آهن - آلومینیم) است.
- ۳۰۴- به دلیل ذوب بخشی (کانی‌های روشن - کانی‌های تیره) وارد ترکیب ماگما می‌شوند.
- ۳۰۵- به دلیل ذوب بخشی (کانی‌های زودگداز - کانی‌های دیرگداز) در تشکیل ماگما دخالت نمی‌کنند.
- ۳۰۶- تنوع در تشکیل ماگماهایی با ترکیب شیمیایی متفاوت، نتیجهٔ (ذوب بخشی - تبلور بخشی) است.
- ۳۰۷- تشکیل سنگ‌های آذرین با ترکیب کانی‌شناسی متفاوت، نتیجهٔ (ذوب بخشی - تبلور بخشی) است.
- ۳۰۸- کانی‌های (تیره - روشن) نقطهٔ ذوب پایینی دارند و زودتر ذوب می‌شوند.
- ۳۰۹- هنگام آغاز ذوب بخشی کانی‌های (دیرگداز - زودگداز) وارد ترکیب ماگمای حاصل نمی‌شوند.
- ۳۱۰- هر چه به مراحل پایانی سری واکنشی بوون نزدیک می‌شویم، مقدار سیلیس در مایع مذاب باقی‌مانده (افزایش - کاهش) می‌یابد.
- ۳۱۱- اگر نخستین بلورها در محلول باقی‌مانند و با مایع وارد واکنش شوند، کانی‌هایی با درجات حرارت (بالتر - پایین‌تر) از خود را به وجود می‌آورند.
- ۳۱۲- سنگ درونی (گابرو - پریدوتیت) دارای کانی الیون بیشتری نسبت به سایر سنگ‌های حاصل از سری واکنشی بوون است.
- ۳۱۳- در یک ماگمای بازالتی، حاصل واکنش کانی آمفیبول با مذاب باقی‌مانده، (پیروکسن - بیوتیت) است.
- ۳۱۴- بر طبق سری واکنشی بوون سنگ (ریولیت - دیوریت) بیشترین مقدار فلدسپار پتاسیم را داراست.
- ۳۱۵- خاک حاصل از هوازدگی (ریولیت - دیوریت) نیازی به کودهای پتاسیم‌دار ندارد.
- ۳۱۶- هنگام افزایش درجه حرارت در سنگ کرهٔ زمین، کانی (پیروکسن - بیوتیت) زودتر ذوب می‌شود.
- ۳۱۷- اگر الیون پس از تشکیل در محلول باقی‌ماند و با ماگما وارد واکنش شود، کانی (آمفیبول - پیروکسن) با درجهٔ حرارت (پایین‌تر - بالاتر) به وجود می‌آید.

۳۱۸- کانی M حاصل واکنش مذاب باقی‌مانده با کانی پیروکسن است. اگر این کانی از مذاب جدا نشود و مجدداً وارد واکنش شود، کانی (آمفیبول - بیوتیت) می‌تواند تشکیل شود.

۳۱۹- با توجه به سری واکنشی بوون اجتماع کانی‌های (الیوین و کوارتز - پیروکسن و بیوتیت) امکان‌پذیر نیست.

۳۲۰- در سری واکنشی بوون با ادامه تبلور و کاهش دما مقدار عنصر (کلسیم - پتاسیم) نسبت به مذاب باقی‌مانده افزایش می‌یابد.

۳۲۱- طی ادامه تبلور در سری واکنشی بوون، با (کاهش - افزایش) دما، مقدار عنصری که وارد ساختمان کانی‌ها نشده‌اند در مذاب باقی‌مانده (افزایش - کاهش) می‌یابند.

۳۲۲- سری (ناپیوسته - پیوسته) که طی آن کانی‌های (آهن و منیزیم‌دار - فلدسپارها) با حفظ ساختمان سیلیکاتی و تغییر در ترکیب شیمیایی و در دماهای مختلف متبلور می‌شوند.

۳۲۳- به طور کلی در فرایند تبلور با (کاهش - افزایش) دما کانی‌های حاصل با ماگما واکنش داده و کانی‌های دمای (بالا تر - پایین تر) را ایجاد می‌کنند.

۳۲۴- در سری واکنشی (پیوسته - ناپیوسته) هم ساختمان کانی‌ها و هم ترکیب شیمیایی کانی‌ها تغییر می‌کند.

۳۲۵- عناصر آهن و منیزیم در کانی (پیروکسن - پلاژیوکلاز کلسیم‌دار) به وفور وجود دارد.

■ هر یک از موارد ستون اول با کدام مورد در ستون دوم ارتباط دارد؟

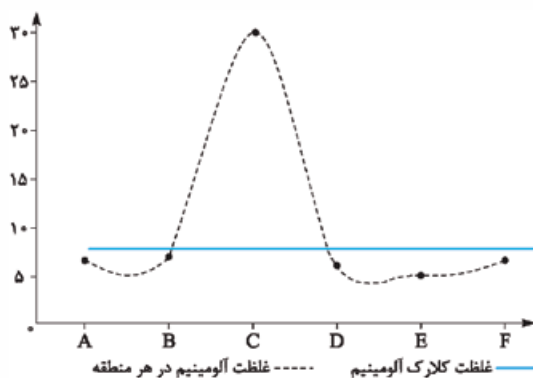
۳۲۶- منابع فلزی	☐	☐	الف) پلاستیک
۳۲۷- منابع غیرفلزی	☐	☐	ب) سیلیسیم
۳۲۸- فراورده پتروشیمی	☐	☐	پ) منیزیم
۳۲۹- سوخت فسیلی	☐	☐	ت) رس
	☐	☐	ث) نفت

■ هر یک از موارد ستون اول با کدام مورد در ستون دوم ارتباط دارد؟

۳۳۰- سنگ بیرونی حاوی آهن و منیزیم فراوان	☐	☐	الف) گرانیت
۳۳۱- سنگ ریزبلور با محتوای سیلیس فراوان	☐	☐	ب) دیوریت
۳۳۲- سنگ درونی با دمای ذوب بسیار پایین	☐	☐	پ) ریولیت
۳۳۳- سنگ درونی حاوی کانی الیوین فراوان	☐	☐	ت) پریدوتیت
	☐	☐	ث) کماثتیت

■ هر یک از موارد ستون اول با کدام مورد در ستون دوم ارتباط دارد؟

۳۳۴- آخرین کانی تشکیل‌شده در سری ناپیوسته	☐	☐	الف) آمفیبول
۳۳۵- آخرین کانی تشکیل‌شده در سری بوون	☐	☐	ب) پلاژیوکلاز کلسیم‌دار
۳۳۶- اولین کانی تشکیل‌شده در سری پیوسته	☐	☐	پ) کوارتز
۳۳۷- کانی حاصل از واکنش ماگما با پیروکسن	☐	☐	ت) بیوتیت
	☐	☐	ث) فلدسپار پتاسیم



■ نمودار مقابل اطلاعات پی‌جویی اکتشافی آلومینیم را در شش منطقه

(نمایی فرداد ۱۴۰۳)

(A, B, C, D, E, F) نشان می‌دهد.

۳۳۸- با توجه به غلظت کلارک آلومینیم در کدام منطقه احتمال تشکیل کانسار

بیشتر است؟

۳۳۹- چه زمانی می‌توانیم این منطقه را معدن بنامیم؟

■ به سؤالات زیر پاسخ کوتاه بدهید.

۳۴۰- در تلفن‌های همراه کدام ماده معدنی به کار می‌رود؟

۳۴۱- کدام یک از عناصر «کلسیم» و «منیزیم» دارای غلظت کلارک کم‌تری است؟

۳۴۲- برای هر یک از منابع فلزی زیر یک کاربرد بنویسید.

مس: پلاتین:

۳۴۳- برای هر یک از منابع غیرفلزی زیر یک کاربرد بنویسید.

گرافیت: فلوئور:

۳۴۴- میانگین درصد وزنی عناصر سازنده سنگ‌های پوسته زمین چه نام دارد؟

۳۴۵- کدام عنصر بیشترین کلارک را داراست؟

۳۴۶- پوسته زمین از چه نوع سنگ‌هایی ساخته شده است؟

۳۴۷- کانی‌ها را براساس ترکیب شیمیایی به چند دسته تقسیم می‌کنند؟

۳۴۸- نخستین کانی جدا شده از ماگما در سری واکنشی بوون چه نام دارد؟

۳۴۹- نخستین کانی که در سری پیوسته طرح بوون، از ماگما جدا می‌شود چه نام دارد؟

۳۵۰- نخستین کانی‌های تشکیل شده در سری واکنشی بوون کدام‌اند؟

۳۵۱- نخستین کانی‌های تشکیل شده در سری واکنشی بوون همراه چه کانی دیگری، سنگ پریدوتیت را می‌سازند؟

۳۵۲- اساس مطالعات تجربی بوون در مورد تعیین ترتیب تبلور کانی‌های سیلیکاتی از ماگما چیست؟

۳۵۳- ترکیب شیمیایی ماگمای اولیه بازالتی چیست؟

۳۵۴- در مخزن ماگما، کانی‌ها به آرامی متبلور شده و سنگی با محتوای کانی‌شناسی الیوین، پیروکسن و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار تشکیل می‌شود. نام سنگ چیست؟

۳۵۵- پس از فوران آتشفشان، مواد مذاب منجمد شده و سنگی با کانی‌های مسکویت، فلدسپات پتاسیم‌دار و کوارتز تشکیل می‌شود. نام سنگ چیست؟

۳۵۶- معادل بیرونی سنگ پریدوتیت چیست؟ کانی‌های سازنده آن کدام‌اند؟

۳۵۷- در رابطه مقابل به جای X چه باید نوشت؟
 $x \rightarrow$ مایع مذاب باقی مانده + آمفیبول

۳۵۸- در مراحل پایانی انجماد ماگما و طبق سری واکنشی بوون، ماگما از چه عنصری غنی می‌شود؟

۳۵۹- کانی‌ها را براساس نقطه ذوب به چند دسته تقسیم می‌کنند؟

۳۶۰- آخرین سنگی که طی سری واکنشی بوون در نتیجه فوران آتشفشان تشکیل می‌شود کدام است؟

۳۶۱- کاربرد سری واکنشی بوون در زمین‌شناسی چیست؟ ۳۶۲- چرا از یک سنگ مشخص، ماگماهای متفاوتی تشکیل می‌شود؟

۳۶۳- آیا کانی الیوین می‌تواند در سنگ گرانیت به فراوانی یافت شود؟ ۳۶۴- چگونه می‌توان درباره بی‌هنجاری یک عنصر در یک منطقه اظهار نظر نمود؟

۳۶۵- چرا زمین‌شناسان معتقدند که ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های آذرین است؟

۳۶۶- در چه صورت در یک منطقه بی‌هنجاری دیده می‌شود؟

۳۶۷- در چه صورت در یک منطقه بی‌هنجاری دیده نمی‌شود؟ ۳۶۸- تفاوت در ترکیب شیمیایی ماگماها به چه عواملی بستگی دارد؟

۳۶۹- منظور از کانی‌های زودگداز چیست؟ ۳۷۰- منظور از کانی‌های دیرگداز چیست؟

۳۷۱- ذوب بخشی را تعریف کنید. ۳۷۲- روش کار بوون را توضیح دهید.

■ با توجه به سری واکنشی بوون پاسخ دهید:

۳۷۳- آخرین سنگ حاصل از سرد شدن ماگما طی سری واکنشی بوون، که در درون زمین به آرامی سرد شده است، چه نام دارد؟

۳۷۴- کانی‌های موجود در سنگ سؤال بالا را نام ببرید.

۳۷۵- در چه صورت از یک ماگمای اولیه بازالتی، سنگ‌های مختلف تشکیل می‌شود؟

۳۷۶- یکی از روش‌های جدا شدن کانی‌های متبلور شده طی سرد شدن ماگما از مذاب باقی‌مانده را بنویسید.

■ با توجه به سری واکنشی پیوسته به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۳۷۷- چه کانی‌هایی در طی آن تشکیل می‌شوند؟

۳۷۸- ساختمان و ترکیب شیمیایی این کانی‌ها نسبت به هم چگونه است؟

■ با توجه به سری واکنشی ناپیوسته به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۳۷۹- چه کانی‌هایی در طی آن تشکیل می‌شوند؟ ۳۸۰- ساختمان و ترکیب شیمیایی این کانی‌ها نسبت به هم چگونه است؟

۳۸۱- تبلور بخشی چیست؟ ۳۸۲- علت اصلی ذوب بخشی در سنگ‌ها چیست؟

۳۸۳- دو قطعه سنگ گرانیت و بازالت در اختیار داریم. در یک محفظه با شرایط یکسان آن‌ها را حرارت می‌دهیم. با توجه به نحوه تشکیل آن‌ها در

سری واکنشی بوون، توضیح دهید در مرحله شروع ذوب بخشی، ماگمای حاصل، ترکیبی مشابه کدام سنگ دارد؟

۳۸۴- تحت چه شرایطی از یک ماگمای مشخص سنگ‌های متنوع تشکیل می‌شود؟

■ با توجه به متن زیر به سؤالات پاسخ دهید:

مواد مذاب ضمن توقف درون اتاقک ماگمایی به آرامی شروع به سرد شدن کرد و نتیجه انجماد سنگ گابرو بود. ناگهان راه عبور ماگما به سطح زمین

باز شد. باقی‌مانده مواد مذاب به سطح زمین رسید و با سرعت بیشتری سرد شد.

۳۸۵- نام سنگی که در اثر فوران مواد مذاب به وجود آمد چیست؟

۳۸۶- ترکیب کانی‌شناسی آن را بنویسید.

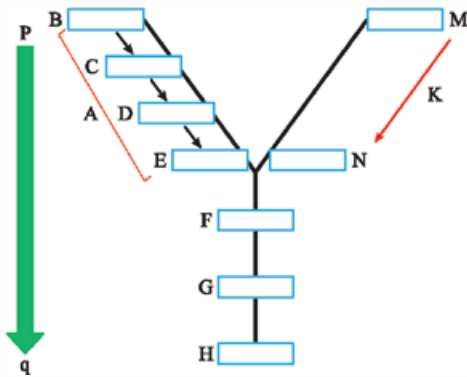
۳۸۷- شباهت کانی‌شناسی این سنگ به کدام سنگ‌ها در سری واکنشی بوون بیشتر است؟

■ با توجه به سنگ‌های «بازالت، ریولیت، آندزیت، کماثتیت» به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- ۳۸۸- معادل بیرونی سنگ دیوریت کدام است؟
 ۳۸۹- کدام یک نسبت به بقیه زودتر ذوب می‌شود؟
 ۳۹۰- اولین سنگی که در سری واکنشی بوون در سطح زمین می‌تواند تشکیل شود کدام است؟
 ۳۹۱- کدام یک دارای سیلیس بیشتری است؟
 ۳۹۲- کدام یک از اجتماع پلاژیوکلاز کلسیم‌دار، الیوین و مقداری پیروکسن تشکیل می‌شود؟

■ با توجه به سری واکنشی بوون در شکل مقابل به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۳۹۳- حروف زیر را نام‌گذاری کنید:



.....:M

.....:D

۳۹۴- سری ناپیوسته با چه حرفی مشخص شده است؟

۳۹۵- مجموع کانی‌های M, B, و مقداری از C پس از سرد شدن در سطح زمین چه سنگی را می‌سازند؟

■ با توجه به شکل مقابل که مربوط به مراحل پایانی انجماد ماگما است به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۳۹۶- پس از سرد شدن توده آذرین، نام سنگ A چیست؟

۳۹۷- سنگ A از چه کانی‌هایی تشکیل شده است؟

۳۹۸- بلورهای موجود در کدام سنگ (A, B و C) درشت‌تر خواهد بود؟

۳۹۹- چنانچه سنگ C حرارت داده شود اولین کانی که دچار ذوب می‌شود کدام است؟



■ به سؤالات چهارگزینه‌ای زیر پاسخ دهید.

۴۰۰- میانگین فراوانی کدام یک از عناصر زیر در پوسته زمین بیشتر است؟

Mg (۴)

Fe (۳)

Al (۲)

Ca (۱)

۴۰۱- شکل مقابل واحد بنیادی سیلیکات‌ها را نشان می‌دهد. این واحد به تنهایی با کدام یون‌ها می‌تواند یک کانی

(فارج از کشور ۱۴۰۳)

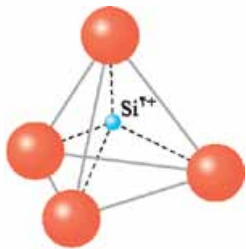
سیلیکاتی تشکیل دهد؟

Al³⁺, Na⁺, Ca²⁺ (۱)

Ca²⁺, Na⁺ (۲)

۲Fe²⁺ (۳)

۴O⁻ (۴)



۴۰۲- کدام یک از کانی‌های زیر دارای بنیان (SiO₄⁴⁻) است؟

الیوین (۴)

پیریت (۳)

هماتیت (۲)

هالیت (۱)

۴۰۳- کانی‌های اصلی کدام یک با بقیه متفاوت است؟

دیوریت (۴)

ریولیت (۳)

پگماتیت (۲)

گرانیت (۱)

۴۰۴- در فرو رانش یک ورقه سنگ‌کره به زیر ورقه دیگر، کدام کانی دیرتر از بقیه ذوب می‌شود؟

آمفیبول (۴)

پیروکسن (۳)

بیوتیت (۲)

مسکوویت (۱)

۴۰۵- خاک حاصل از هوازدگی شیمیایی کدام یک از سنگ‌های زیر، حاوی سیلیس بیشتری است؟

بازالت (۴)

آندزیت (۳)

ریولیت (۲)

کماثتیت (۱)

۴۰۶- در یک ماگمای اولیه بازالتی، حاصل واکنش آمفیبول با ماده مذاب باقی‌مانده کدام است؟

پلاژیوکلاز با محتوای کلسیم کمتر (۴)

پیروکسن (۳)

بیوتیت (۲)

سرپانتین (۱)

۴۰۷- در سری واکنشی بوون سبب می‌شود تا پیروکسن با سیال باقی‌مانده وارد واکنش شود و کانی تشکیل شود.

(۲) افزایش آهن و منیزیم - آمفیبول

(۱) کاهش دما - بیوتیت

(۴) افزایش آهن و منیزیم - بیوتیت

(۳) کاهش دما - آمفیبول

۴۰۸- کدام سنگ بیرونی نسبت به بقیه مقدار الیوین بیشتری دارد؟

آندزیت (۴)

پریدوتیت (۳)

بازالت (۲)

گابرو (۱)

کانه

گروه اندکی از کانی‌های شناخته‌شده موجود در پوسته زمین، دارای یک فلز ارزشمند اقتصادی هستند که به آن‌ها **کانه** گفته می‌شود.

ویژگی کانه‌ها

دارای ترکیب متعدد سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی هستند.

در انواع سنگ‌ها (رسوبی، آذرین و دگرگونی) یافت می‌شوند.

تمرکز بالایی از فلز در خود دارند و مانند کانی‌ها، ترکیب شیمیایی آن‌ها نسبتاً ثابت است.

دقت کنید! هماتیت (Fe_2O_3) کانه آهن است، زیرا تمرکز بالایی از آهن در خود دارد.

کانی البوین $(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$ هم در ترکیب خود آهن دارد اما کانه آهن محسوب نمی‌شود، زیرا نسبت به هماتیت، تمرکز پایین‌تری از آهن دارد.

نکته: برخی از کانه‌ها مانند طلا، نقره و مس به صورت آزاد هم یافت می‌شوند.

هر ماده‌ای که طی فرایندهای طبیعی شکل گرفته باشد و بتوان از آن ماده یا مواد باارزش و سودمندی استخراج و به بازار مصرف عرضه کرد، **کانسنگ** (سنگ معدن) نام دارد.

مواد ارزشمند کانسنگ‌ها (کانه‌ها)، با مواد بی‌ارزشی (باطله) همراه هستند که استخراج آن‌ها اقتصادی نیست.

کانسنگ (سنگ معدن) $\rightarrow$ (گانگ) باطله + کانه: فرمول ساده

نکته: کانسنگ از دو بخش کانه (کانی‌های ارزشمند) و باطله (کانی‌های بی‌ارزش) تشکیل شده است.



کالکوپریت

توجه: به باطله، گانگ هم گفته می‌شود و در برخی موارد از آن‌ها استفاده می‌شود، مانند شن و ماسه در زیرسازی جاده‌ها.

مهم‌ترین کانه کانسنگ فلز مس، کالکوپریت (CuFeS_2) است.

کانسنگ مس } کانه: کالکوپریت

تشکیل شده از } باطله (گانگ): کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت (FeS_2) و ...

کانسار

به مناطقی از پوسته زمین که یک یا چند کانه باارزش به طور غیرعادی در آن متمرکز می‌شود و استخراجشان با سود کافی، همراه است، **کانسار** می‌گوییم.

فعالیت تکمیلی (صفحه ۲۹ کتاب درسی)

۱ باید توجه داشت که در یک کانسار، ضریب تمرکز عنصر مورد نظر به عددی رسیده است که استخراج آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. ضریب تمرکز برای عناصر مختلف از رابطه مقابل به دست می‌آید.

حداقل عیار جهت استخراج سودآور یک عنصر = $\frac{\text{ضریب تمرکز}}{\text{میانگین فراوانی پوسته (کلارک)}}$

برای مثال اگر میانگین فراوانی آهن در پوسته ۵ درصد باشد و حداقل عیار جهت استخراج سودآور آن ۳۰ درصد باشد ضریب تمرکز آهن ۶ است یعنی برای اینکه استخراج آهن در منطقه‌ای سودآور باشد و بهره‌برداری آغاز شود، باید میانگین فراوانی آن در منطقه نسبت به میانگین پوسته ۶ برابر گردد.

سؤال: ضریب تمرکز عناصر درج شده در جدول را تعیین کنید.

عنصر	حداقل عیار جهت استخراج سودآور	ضریب تمرکز
آلومینیم	۳۲	۴
منگنز	۳۵	۳۵۰
مس	۱	۱۶۷
سرب	۴	۲۵۰۰

پاسخ:

$$\frac{۳۲}{۸/۰۰۰} = ۴ = \text{ضریب تمرکز آلومینیم}$$

$$\frac{۳۵}{۰/۱} = ۳۵۰ = \text{ضریب تمرکز منگنز}$$

$$\frac{۱}{۰/۰۰۶} = ۱۶۷ = \text{ضریب تمرکز مس}$$

$$\frac{۴}{۰/۰۰۱۶} = ۲۵۰۰ = \text{ضریب تمرکز سرب}$$

تشکیل معدن: استخراج ماده معدنی (کانسنگ) اغلب پرهزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداری شروع می‌شود که یک عنصر با حجم و غلظت کافی از ماده معدنی وجود داشته باشد که با شروع بهره‌برداری (معدن‌کاری) یک معدن شکل می‌گیرد.

کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی علاوه بر کانسنگ‌های فلزی، گروهی از مواد معدنی غیرفلزی شامل کانی‌ها و سنگ‌ها، جهت مصارف روزمره و صنعتی استخراج می‌شود که به آن‌ها کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی گفته می‌شود.

تعریف کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی: سنگ‌ها و کانی‌های غیرفلزی هستند که در صنایع مختلف کاربرد دارند.

انواع کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی

- ۱. کانی ژئوپس ← تهیه گچ بنایی
- ۲. کانی مسکوویت ← تهیه پلاک نسوز
- ۳. شن و ماسه ← تهیه بتن و ساختمان‌سازی
- ۴. سنگ گرانیت ← نمای ساختمان، کفپوش، پله و دیوارها

فعالیت تکمیلی (صفحه ۲۹ کتاب درسی)

سؤال: علاوه بر عوامل حجم و غلظت، چه عواملی در مقرون‌به‌صرفه‌شدن یک معدن دخالت دارند؟

پاسخ: علاوه بر حجم و غلظت عواملی مانند نوع کانه و میزان تقاضای کانه مورد نظر در یک کشور، کانی‌های همراه با کانه، نسبت کانه به باطله، عمق ذخیره آن، هزینه استخراج، ارزش ماده معدنی، قیمت ماده معدنی، راه‌های دسترسی، شرایط جغرافیایی منطقه و ... در مقرون‌به‌صرفه‌شدن یک معدن دخالت دارند.

سؤال: به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرند؟

پاسخ: ۱. ارزش و قیمت جهانی ماده معدنی افزایش پیدا می‌کند. ۲. مقدار آن کمیاب می‌شود. ۳. فناوری‌های مدرن استخراج با هزینه کم‌تر، شناخته می‌شود. ۴. کاربرد جدیدی برای کانی‌های کم‌ارزش این معدن کشف می‌شود.

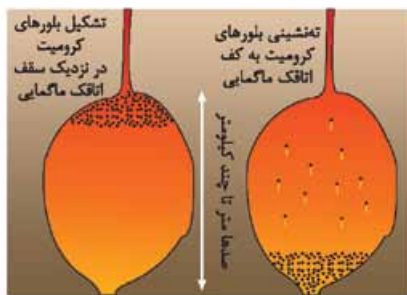
طبقه‌بندی کانسنگ‌ها

- ۱. کانسنگ ماگمایی
 - ۲. کانسنگ گرمابی
 - ۳. کانسنگ رسوبی
- انواع کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوه تشکیل آن‌ها

۱. کانسنگ ماگمایی بسیاری از کانسنگ‌ها حاصل سردشدن ماگما و فرایندهای آذرین مرتبط با آن هستند. کانسنگ‌های فلزاتی چون نیکل، کروم، پلاتین و آهن می‌توانند از یک ماگمای در حال سردشدن، تشکیل شوند.

نکته: هم‌چنان که دمای ماگما کاهش می‌یابد، تبلور کانی‌ها مطابق سری واکنشی بوون و براساس دمای تبلور، در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی که سردتر است، آغاز می‌شود.

ابتدا کانی‌های آهن و منیزیم‌دار مثل **کرومیت** و **مگنتیت** در کنار الیوین متبلور می‌شوند و چون چگالی این کانی‌ها از ماده مذاب بیشتر است، در کف اتاقک ماگمایی ته‌نشین می‌شوند و لایه‌هایی از کانسنگ کروم، آهن و سایر عناصر را به وجود می‌آورند.



چگونگی تشکیل و ته‌نشینی بلورهای کرومیت در اتاقک ماگمایی

پگماتیت: مطابق سری واکنشی بوون، با کاهش دما و جداسدن یون‌های آهن و منیزیم از ترکیب ماگما و مشارکت آن‌ها در تشکیل کانی‌هایی مانند الیوین، پیروکسن و آمفیبول به تدریج مقدار آب و مود فزّار همچون کربن دی‌اکسید در ماگما افزایش یافته و ماگما رقیق‌تر می‌شود. علت تشکیل بلورهای بسیار درشت پگماتیت: حضور مقادیر زیاد آب و مواد فزّار علاوه بر سرعت‌بخشیدن به انتقال اتم‌ها در ماگما، منجر به پایین‌آمدن نقطه انجماد ماگما گردیده و زمان تبلور بسیار کند و طولانی شده و شرایط برای رشد هر چه بیشتر بلورهای تشکیل‌دهنده سنگ، فراهم می‌گردد و سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود.

اهمیت اقتصادی پگماتیت‌ها: پگماتیت می‌تواند منبع مهمی برای:

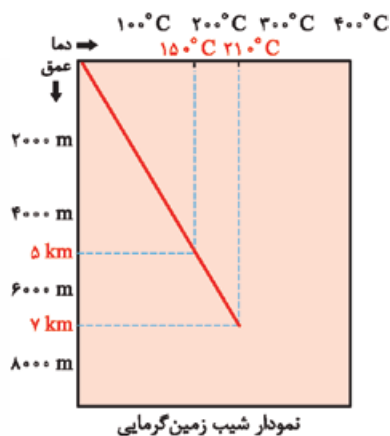
- ❶ بعضی عناصر فلزی خاص مانند لیتیم و سزیم
- ❷ بعضی کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) باشد.

نکته: شرایط لازم برای رشد بلورهای تشکیل‌دهنده پگماتیت‌ها، مقدار آب و مواد فزّار مانند CO_2 و ... فراوان در هنگام تبلور ماگما است.



بلورهای درشت مسکوویت در پگماتیت

دقت کنید! کانی‌های سازنده پگماتیت‌ها مشابه کانی‌های سازنده گرانیت‌ها بوده و شامل کوارتز، فلدسپار پتاسیم‌دار و مسکویت است.



۲. کانسنگ گرمایی در پوسته زمین به ازای افزایش هر صد متر عمق (۱۰۰ m)، ۳ درجه سانتی‌گراد (3°C)

دما افزایش می‌یابد که به این تغییرات دما در عمق، اصطلاحاً شیب زمین گرمایی می‌گویند.

دمای آب موجود در بخش‌های عمیق پوسته به علت گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی و یا توده‌های مذاب، افزایش می‌یابد.

۱. ماگما

۲. آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها

۳. آب‌های زیرزمینی راه‌یافته به اعماق زمین

توجه کنید! ماهیت آبی که از ماگما منشأ گرفته، با آب خالص تفاوت دارد و حاوی کاتیون‌های فلزی مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، طلا، قلع و ... است.

دمای آب‌های اقیانوسی و جوی، پس از نفوذ به اعماق زمین، به تدریج افزایش یافته و هم‌زمان مقدار مواد محلول آن‌ها نیز زیاد می‌شود.

دقت کنید! توده آذرین مذاب در اعماق با نقش حرارتی خود، سبب ایجاد جریان همرفتی در آب‌های نفوذی شده و آب داغ ضمن چرخش در سنگ‌ها، کاتیون‌های فلزی مختلفی را در خود حل می‌کند.

آب گرم، ضمن صعود به سمت سطح زمین، هم‌زمان با کاهش فشار، دمای خود را از دست داده و در نتیجه کاتیون‌های فلزی در شکستگی‌های سنگ‌ها ته‌نشین شده و رگه‌های معدنی فلزات مختلف تشکیل می‌شود.



رگه طلا همراه کوارتز

۳. کانسنگ رسوبی بخشی از کانسنگ‌ها در سنگ‌های رسوبی قرار دارند و براساس فرایند تشکیل به دو گروه

۱. رسوبی شیمیایی ۲. رسوبی تخریبی تقسیم می‌شوند؛ مثلاً کانسنگ‌های آهن نواری حاصل ته‌نشینی شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده‌شان در محیط رسوبی هستند.

نحوه تشکیل کانسنگ‌های رسوبی شیمیایی: ابتدا مواد به صورت محلول وارد محیط شده و سپس با تشکیل ترکیبات غیرمحلول ته‌نشین می‌شوند و کانسارهای رسوبی شیمیایی را به وجود می‌آورند.

کانسنگ‌های رسوبی پلاسری: هرگاه سنگ‌های حاوی کانی‌های با چگالی بالا و مقاوم تحت تأثیر فرسایش قرار گیرند، کانی‌های آزاد شده توسط عوامل حمل‌کننده به محل‌های تجمع مانند رودخانه و دریا انتقال یافته و کانسنگ‌های رسوبی پلاسری (نوعی از کانسنگ‌های رسوبی تخریبی) را تشکیل می‌دهند.

نکات: ۱. فلزاتی مانند طلا و پلاتین می‌توانند تشکیل ذخایر پلاسری بدهند.

۲. برداشت طلا از رودخانه زرشوران نمونه‌ای از ذخایر پلاسری است که سابقه طولانی دارد.

اکتشاف معدن

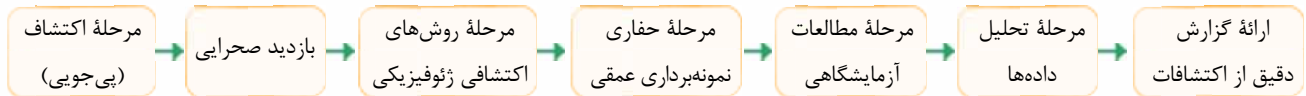
تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته زمین رخ می‌دهد.

نکته: با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آن‌ها، می‌توان ذخایر معدنی را شناسایی کرد.

مراحل مختلف اکتشاف معدن

- مرحله پی‌جویی و مطالعه ← در اولین مرحله اکتشاف، زمین‌شناسان به بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارش‌ها و مطالعات قبلی می‌پردازند.
- مرحله پیمایش و بازدید صحرایی ← در بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد را شناسایی می‌کنند.
- مرحله استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی ← با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و ... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و عمق آن‌ها را شناسایی می‌کنند.
- مرحله حفاری و نمونه‌برداری ← پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که ماده معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد.
- مرحله مطالعات آزمایشگاهی ← نمونه‌های تهیه‌شده از حفاری، برای شناسایی کانی‌های موجود در آن‌ها و تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی به آزمایشگاه حمل و در آن‌جا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند.
- مرحله تحلیل داده‌ها ← در نهایت، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به‌دست‌آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

۱- پلاسر یک کلمه اسپانیایی است و به معنی وجود ذخیره معدنی در رسوبات تخریبی می‌باشد. نهشته‌های پلاسری در تمام زمان‌های زمین‌شناسی تشکیل شده‌اند، ولی قسمت اعظم آن‌ها متعلق به دوره پالئوژن و عصر حاضر می‌باشند.



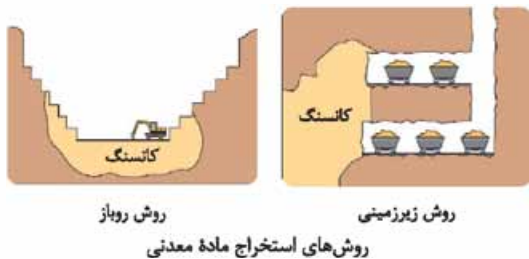
زنگ تفریح

یکی از جذابیت‌های رشته مهندسی زمین‌شناسی و مهندسی معدن در دانشگاه‌ها، بازدید صحرایی آن‌ها است. این بازدیدها در شرایط هیجان‌انگیز، در مناطق جدید و دورافتاده انجام می‌شود. (البته قبل از دانشجویان، اساتید بزرگوار مناطق دورافتاده را کاملاً بررسی و شناسایی کرده‌اند!!!) مشاهده مناطق جدید و بکر، کار کردن و مطالعه روی زمین و استفاده از اطلاعات علمی جمع‌آوری شده و به‌کارگیری در اکتشاف عملی از آن‌ها در روز و اقامت شبانه در فیلد (Field) و به دور از سروصدا و هیاهوی شهرنشینی و کشف رازهای زمین، از نکات مثبت و جذاب زندگی این مهندسان است. **فدایش فیلی می‌دانه!!!**

توجه کنید: در واقع محل اصلی کار زمین‌شناس، طبیعت است. برای مثال زمین‌شناسان می‌دانند که ذخایر زغال‌سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد؛ پس مطالعات و بررسی‌های اولیه خود را در مناطقی که از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده، متمرکز می‌کنند.

استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

پس از پایان عملیات اکتشافی و در صورت اقتصادی بودن ذخایر (مقرون‌به‌صرفه بودن اقتصادی)، عملیات استخراج از معدن آغاز می‌شود.



- تعیین روش‌های استخراج
- ماده معدنی براساس
- شکل توده معدنی
- چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته
- روش‌های استخراج ماده معدنی
- روباژ
- زیرزمینی

جمع‌آوری اطلاعات (صفحه ۳۲ کتاب درسی)

سؤال: در مورد مزایا و معایب دو روش استخراج روباز و زیرزمینی مطالبی جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

معایب روش استخراج روباز	مزایای روش استخراج روباز
بالا بودن حجم عملیات باطله‌برداری	استخراج ۹۵ تا ۱۰۰ درصد سنگ معدن موجود (راندمان استخراج بالاتر)
تخریب حجم عظیمی از زمین	امکان استفاده از انواع ماشین‌های سنگین معدن‌کاوی
وارد کردن آسیب‌های زیست‌محیطی قابل توجه	نیاز به صرف هزینه‌های کمتر
ایجاد آلودگی صوتی ناشی از انفجارهای زیاد	نیاز کمتر به به‌کارگیری نیروی انسانی

معایب روش استخراج زیرزمینی	مزایای روش استخراج زیرزمینی
بهره‌وری پایین (راندمان استخراج پایین)	کاهش هزینه‌های باطله‌برداری
نیاز به انرژی و هزینه بالاتر جهت تهویه، روشنایی	نیاز به فضای کمتر نسبت به روش روباز
افزایش هزینه‌های آبکشی و حمل‌ونقل	کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی
وجود تشعشعات و گازهای سمی	حداقل تأثیرپذیری از تغییرات آب‌وهوایی بر فعالیت‌های معدنی
وقوع اتفاقاتی مانند ریزش تونل‌های معدن	افزایش مدت‌زمان بهره‌برداری در طول سال
عدم امنیت کارکنان معدن	
فرونشست سطح زمین به دلیل ایجاد تونل‌های زیرزمینی	
احتیاج به نیروی کار بیشتر و تجهیزات بسیار تخصصی	

یادمان هست: در کانسارهای مس، عنصر مس در کانسنگ کالکوپیریت و تعدادی کانی دیگر یافت می‌شود. عیار عنصر مس (Cu) در این کانسنگ‌ها کمتر از یک درصد (۱٪) است؛ یعنی ۹۹٪ کانسنگ استخراج‌شده، از باطله تشکیل شده که باید از آن جدا شود.

فراوری ماده معدنی به فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی از باطله، **فراوری** یا **کانه‌آرایی** ماده معدنی گفته می‌شود که در کارخانه‌های کنار معادن انجام می‌شود.

کنسانتره: محصول نهایی فرایند کانه‌آرایی یا همان کانه جداسازی است.

برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب انتقال می‌یابد. روش‌های استفاده از کنسانتره

به طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.

باداوری: ppm مخفف parts per million، به معنی واحد در میلیون است. ppm یک کمیت بدون واحد است و جهت مشخص کردن میزان بسیار کمی از مواد خاص استفاده می‌شود.

سؤال: در معدن طلای زرشوران از نیم تن سنگ معدن حدود ۲ گرم طلا به دست آمده است. عیار طلا در این معدن چند ppm است؟

پاسخ: ppm یعنی ۱ در میلیون.

۵۰۰۰۰۰ گرم = ۵۰۰ کیلوگرم = ۰/۵ تن

تناسب می‌بندیم:

۵۰۰۰۰۰ گرم سنگ معدن	۲ گرم طلا	$x = \frac{2000000}{500000} = 4 \text{ ppm}$
۱۰۰۰۰۰۰ گرم سنگ معدن	x	

پیوند با ریاضی (صفحه ۳۲ کتاب درسی)

سؤال: اگر عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن ۲ ppm باشد، محاسبه کنید در یک معدن طلا از ۳ تن سنگی که استخراج می‌شود، چند گرم طلا به دست می‌آید؟

پاسخ: ppm یعنی قسمت در میلیون (parts per million)

گرم ۱۰۰۰۰۰۰ = ۱۰۰۰ × ۱۰۰۰

۱ تن = ۱۰۰۰ کیلوگرم

⇐

$$2 \times \frac{1000000}{1000000} = 2 \text{ گرم}$$

$$6 \text{ گرم طلا استخراج می‌شود. } 6 \text{ g} = \frac{2 \text{ g}}{10^6} \times \frac{10^6 \text{ g}}{1 \text{ تن}} \times 3 \text{ تن} = 6 \text{ g}$$

سؤال‌های امتحانی

- ☒ درستی یا نادرستی عبارات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.
- ۴۰۹- تعداد کانه‌ها اندک بوده و می‌توانند دارای ترکیبات متعدد سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی باشند.
- ۴۱۰- کانه‌ها فقط در سنگ‌های آذرین و دگرگونی یافت می‌شوند.
- ۴۱۱- کانی الیوین $\text{SiO}_3(\text{Mg, Fe})$ در ترکیب خود آهن دارد اما کانه آهن محسوب نمی‌شود.
- ۴۱۲- کالکوپیریت با فرمول CuFeS_2 مهم‌ترین کانسنگ مس است.
- ۴۱۳- پلاتین از جمله فلزاتی است که می‌تواند در دو نوع کانسنگ ماگمایی و رسوبی ایجاد شود.
- ۴۱۴- کانی کرومیت همانند الیوین در گروه کانی‌های آهن و منیزیم‌دار قرار دارد.
- ۴۱۵- حضور آب و مواد فرّار باعث افزایش نقطه انجماد و افزایش سرعت انتقال اتم‌ها در ماگما می‌شود.
- ۴۱۶- کانسنگ‌های حاوی عنصر آهن، همیشه در نتیجه سرد شدن ماگما و فرایندهای آذرین مرتبط با آن تشکیل می‌شوند.
- ۴۱۷- برداشت طلا از معدن طلای زرشوران، نمونه‌ای از ذخایر پلاسری است.
- ۴۱۸- طلا از جمله فلزات باارزشی است که فقط به صورت کانسنگ‌های گرمابی در طبیعت یافت می‌شود.
- ۴۱۹- اولین مرحله اکتشاف، بازدید صحرایی از مناطقی است که احتمال وجود ذخایر معدنی در آن وجود دارد.
- ۴۲۰- در مرحله پی‌جویی اکتشاف معدن از نقشه‌های زمین‌شناسی استفاده می‌شود.
- ۴۲۱- مطالعات آزمایشگاهی آخرین مرحله از مراحل اکتشاف معدن است.
- ۴۲۲- روش استخراج ماده معدنی فقط به صورت زیرزمینی است.
- ۴۲۳- در کانسنگ کالکوپیریت عیار عنصر مس کم‌تر از یک درصد است.
- ۴۲۴- کنسانتره حاصل از عملیات فراوری ماده معدنی همان کانه جداسازی از کانسنگ می‌باشد.
- ☒ جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.
- ۴۲۵- به گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز با ارزش وجود دارد، می‌گویند.
- ۴۲۶- افزایش سرعت انتقال اتم‌ها در ماگما، رابطه مستقیمی با میزان و موجود در آن دارد.

۴۲۷- کانی مسکوویت، یک کانی صنعتی است که در تهیه کاربرد دارد.

۴۲۸- از گروه کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی می‌توان به اشاره کرد که در تهیه بتن کاربرد دارد.

۴۲۹- نمونه‌های حفاری شده برای شناسایی و به آزمایشگاه حمل می‌شوند.

۴۳۰- آب داغ با جریان همرفتی و چرخش در سنگ‌ها، کاتیون‌های مختلفی را در خود حل می‌کند.

۴۳۱- رسانایی الکتریکی سنگ‌ها در مرحله از مراحل اکتشاف معدن استفاده می‌شود.

۴۳۲- به جداسازی باطله از کانی‌های مفید اقتصادی می‌گویند.

۴۳۳- دومین مرحله اکتشاف معدن، مرحله است.

■ کلمه درست را در عبارت‌های زیر انتخاب کنید.

۴۳۴- کانسار در بخش‌هایی از پوسته زمین که غلظت عناصر بی‌هنجاری (مثبت - منفی) نشان می‌دهد، تشکیل می‌شود.

۴۳۵- کانی (الیون - هماتیت) یک کانه محسوب می‌شود، زیرا تمرکز آهن در آن بسیار بالا است.

۴۳۶- کالکوپیریت با فرمول شیمیایی CuFeS_2 یکی از مهم‌ترین (کانسنگ - کانه) مس محسوب می‌شود.

۴۳۷- سنگ‌ها و کانی‌های (فلزی - غیرفلزی) با کاربرد در صنایع مختلف را، سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی می‌گویند.

۴۳۸- عملیات باطله‌برداری در روش استخراج (روباژ - زیرزمینی) کم‌تر است.

۴۳۹- کانسنگ کرومیت جزء کانسنگ‌های (رسوبی - ماگمایی) است.

۴۴۰- منشأ ذخایر مولیبدن (ماگمایی - گرمابی) است.

۴۴۱- اگر در هنگام تبلور ماگما مقدار آب و مواد فرّار (کم - زیاد) باشد، پگماتیت تشکیل می‌شود.

۴۴۲- در فعالیت‌های معدن کاری، فرایند (اکتشاف - استخراج) بسیار پرهزینه‌تر است.

۴۴۳- گرانیات یک (کانی - سنگ) صنعتی است که در نمای ساختمان مورد استفاد قرار می‌گیرد.

۴۴۴- کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی گروهی از مواد معدنی (غیرفلزی - فلزی) هستند که برای مصارف روزمره و صنعتی استخراج می‌شوند.

۴۴۵- کانی ژپس یک کانی صنعتی است که در تهیه (گچ بنایی - گهر) کاربرد دارد.

۴۴۶- تبلور کانی‌ها براساس دمای تبلور، عمدتاً در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی که (سردتر - گرم‌تر) است آغاز می‌شود.

۴۴۷- هر چه نقطه انجماد ماگما پایین‌تر باشد، مدت‌زمان تبلور (طولانی - کوتاه)‌تر شده و بلورهای (درشت - ریز)‌تری تشکیل خواهد شد.

۴۴۸- هر چه میزان آب و مواد فرّار موجود در ماگما (کم‌تر - بیشتر) باشد، سنگ‌های درشت‌بلورتری تشکیل خواهد شد.

۴۴۹- کانی گوهری (بریلیم - بریل) را می‌توان در پگماتیت‌ها یافت.

۴۵۰- کانسنگ آهن نواری حاصل ته‌نشینی (شیمیایی - تخریبی) اجزای تشکیل‌دهنده‌شان در محیط رسوبی هستند.

۴۵۱- پلاسره‌های طلای موجود در رودخانه زرشوران تکاب، نمونه‌ای از سنگ‌های رسوبی (تخریبی - شیمیایی) محسوب می‌شوند.

۴۵۲- طلای موجود در رگه‌های کوارتز، از نظر منشأ در دسته کانسنگ‌های (گرمابی - ماگمایی) جای دارد.

۴۵۳- کانسنگ‌های پلاسری از جمله کانسنگ‌های رسوبی (تخریبی - شیمیایی) هستند.

۴۵۴- زمین‌شناسان می‌دانند که برای یافتن ذخایر زغال‌سنگی باید سنگ‌های (رسوبی - دگرگونی) را جست‌وجو کنند.

۴۵۵- روش‌های اکتشاف ژئوفیزیکی با ویژگی‌های (فیزیکی - شیمیایی) کانسنگ‌ها ارتباط دارد.

۴۵۶- روش‌های ژئوفیزیکی برای شناسایی (ذخایر سطحی - زیرسطحی) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

■ هر یک از ذخایر معدنی ستون «الف» با کدام کانسنگ ستون «ب» ارتباط دارد؟

ستون «الف»		ستون «ب»
۴۵۷- سنگ آهن‌های نواری	☒	الف) رسوبی
۴۵۸- رگه طلا	☒	ب) ماگمایی
۴۵۹- ذخایر پلاسری	☒	پ) گرمابی
۴۶۰- کرومیت	☒	

■ هر یک از موارد ستون اول با کدام مورد در ستون دوم ارتباط دارد؟

۴۶۱- عامل ایجاد جریان همرفتی در آب‌های نفوذی	☒	الف) شیب زمین گرمایی
۴۶۲- عامل تغییرات دما در عمق زمین	☒	ب) مقادیر زیاد آب و مواد فرّار
۴۶۳- عامل ته‌نشین شدن کانی‌ها در کف مخزن	☒	پ) توده‌های آذرین مذاب
۴۶۴- عامل درشت‌شدن بلورهای پگماتیت	☒	ت) افزایش غلظت ماگما
	☒	ث) افزایش چگالی

■ هر یک از کانی‌ها یا کانه‌های ستون «الف» به فرمول شیمیایی ستون «ب» مربوط می‌شود، آن‌ها را پیدا کنید.

ستون «الف»		ستون «ب»
۴۶۵- الیون		الف) FeS_2
۴۶۶- همتایت		ب) CuFeS_2
۴۶۷- پیریت		پ) $(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$
۴۶۸- کالکوپیریت		ت) Fe_2O_3
		ث) Fe_3O_4

■ به سؤالات زیر پاسخ کوتاه بدهید:

۴۶۹- کانه‌های مربوط به کدام عناصر می‌تواند به صورت آزاد هم یافت شود؟

۴۷۰- پس از فرایند کانه‌آرایی، چه کانی‌های بی‌ارزشی از کانسنگ مس جدا می‌شود؟

۴۷۱- دو بخش تشکیل‌دهنده سنگ معدن (کانسنگ) را نام ببرید.

۴۷۲- عملیات استخراج ذخایر معدنی از چه زمانی آغاز می‌شود؟

۴۷۳- چگونه یک کانسار به معدن تبدیل می‌شود؟

۴۷۴- کدام کانه‌های فلزی همراه کانی الیون در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی تشکیل می‌شوند؟

۴۷۵- منابع کدام عناصر فلزی مهم را می‌توان در پگماتیت‌ها یافت؟

۴۷۶- «طلق نسوز» فراورده کدام کانی صنعتی می‌باشد و از چه سنگ‌هایی استخراج می‌شود؟

۴۷۷- مبنای تقسیم‌بندی کانسنگ‌های رسوبی چیست؟

۴۷۸- محیط‌های مناسب برای تشکیل کانسنگ‌های پلاسری معمولاً کجاست؟

۴۷۹- کوه خواجه مراد مشهود دارای سنگ‌هایی با بلورهای درشت مسکوویت است:

الف) نام این سنگ زیبا چیست؟ ب) امکان یافتن چه گوهری در آن وجود دارد؟

۴۸۰- وسایلی که در مرحله مطالعات آزمایشگاهی اکتشاف معدن استفاده می‌شود را نام ببرید.

۴۸۱- برای شناسایی عمق قرارگیری ذخایر زیرسطحی، زمین‌شناسان از چه روش‌هایی کمک می‌گیرند؟

۴۸۲- انواع روش‌های استخراج را نام ببرید. ۴۸۳- به محصول نهایی فرایند کانه‌آرایی چه می‌گویند؟

۴۸۴- فراوری یا کانه‌آرایی ماده معدنی در چه محلی انجام می‌شود؟ ۴۸۵- عیار مس (Cu) در کانسنگ کالکوپیریت چند درصد است؟

■ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۴۸۶- کانسنگ را تعریف کنید. ۴۸۷- کانسار را تعریف کنید.

۴۸۸- در چه صورت زمین‌شناسان اقتصادی عملیات استخراج یک معدن را آغاز می‌کنند؟

۴۸۹- مبنای تقسیم‌بندی کانسنگ‌ها چیست؟

۴۹۰- کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوه تشکیل به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

۴۹۱- کدام یک از کانسنگ‌های زیر حاصل سردشدن ماگما و فرایندهای آذرین مرتبط با آن هستند؟

نیکل، قلع، نقره، کروم، پلاتین

۴۹۲- چگونگی تشکیل لایه‌های کانسنگ کروم و آهن در کف اتاقک ماگمایی را توضیح دهید.

۴۹۳- مشارکت یون‌های آهن و منیزیم در تشکیل کدام کانی‌ها، سبب حذف آن‌ها از ترکیب ماگما می‌شود؟

۴۹۴- با کاهش دما و جداسازی یون‌های آهن و منیزیم از ماگما چه موادی در ماگما افزایش می‌یابد؟

۴۹۵- افزایش چه موادی در ماگما سبب رقیق شدن آن می‌شود؟ ۴۹۶- کانی‌های اصلی سازنده پگماتیت‌ها را نام ببرید.

۴۹۷- دمای آب در بخش‌های عمیق پوسته تحت تأثیر چه عواملی افزایش می‌یابد؟

۴۹۸- منشأ آب‌های مؤثر بر فرایندهای تشکیل‌دهنده کانسنگ‌های گرمایی چیست؟

۴۹۹- آب‌های داغ منشأگرفته از ماگما حاوی کدام کاتیون‌های باارزش فلزی می‌باشد؟

۵۰۰- چگونگی تشکیل رگه‌های معدنی فلزی را توضیح دهید.

۵۰۱- عامل ایجاد جریان‌های همرفتی در آب‌های داغ درون پوسته زمین چیست؟

۵۰۲- کانسنگ کدام یک از عناصر فلزی زیر، در نتیجه فرایندهای گرمایی تشکیل شده است؟

آهن، قلع، کروم، روی، سرب، پلاتین

(نویسندۀ سؤال ۱۴۰۳)

۵۰۳- کانسنگ‌های رسوبی را براساس فرایندهای تشکیل به چند دسته تقسیم می‌کنند؟

۵۰۴- کانسارهای رسوبی شیمیایی چگونه شکل می‌گیرند؟

۵۰۵- کدام کانی‌ها قابلیت تشکیل کانسنگ‌های پلاستی را دارند؟

۵۰۶- کانسنگ رسوبی پلاستی چگونه تشکیل می‌شود؟

۵۰۷- چگونه می‌توان ذخایر فلزی و غیرفلزی موجود در برخی نقاط پوسته زمین را شناسایی کرد؟

۵۰۸- پس از بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی برای اکتشاف ذخایر معدنی زمین‌شناسان چه می‌کنند؟

۵۰۹- روش‌های اکتشاف ژئوفیزیکی با کدام ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها ارتباط دارد؟

۵۱۰- چهارمین مرحله اکتشاف ذخایر معدنی چیست؟ توضیح دهید.

۵۱۱- زمین‌شناسان حفاری برای نمونه‌برداری را تا چه عمقی انجام می‌دهند؟

۵۱۲- مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی چگونه تعیین می‌شود؟

۵۱۳- عوامل تعیین‌کننده روش استخراج ماده معدنی کدام‌اند؟

۵۱۴- سرنوشت محصول نهایی عملیات فراوری چیست؟

۵۱۵- در شرق کشور، معادن کرومیت فراوانی در حال بهره‌برداری است. نوع کانسنگ‌ها و نحوه تشکیل آن‌ها را توضیح دهید.

۵۱۶- اهمیت اقتصادی پگماتیت‌ها را بنویسید. (۳ مورد)

۵۱۷- چه عواملی استخراج یک کانسار را مقرون به صرفه اقتصادی می‌کند؟

۵۱۸- براساس شیب زمین گرمایی، در عمق ۴۰۰ متری پوسته زمین، دما چند درجه افزایش می‌یابد؟

۵۱۹- کانی A با نقطه ذوب ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد، در عمق چند کیلومتری از زمین صرف نظر از عامل فشار، می‌تواند ماگمای حاوی A را به وجود بیاورد؟

۵۲۰- گروهی از زمین‌شناسان اقتصادی به دنبال یافتن ذخایر زیرسطحی ارزشمند طلا هستند. از کدام روش اکتشافی می‌توانند استفاده کنند؟

(نهایی فردا ۱۴۰۴)

۵۲۱- با استخراج ۵ تن سنگ از ذخایر این کانسار طلا، چند گرم طلا به دست می‌آید؟ (عیار اقتصادی طلا ۲ppm در نظر گرفته شود. نوشتن محاسبات ضروری است.)

۵۲۲- در معدنی مقدار عیار نقره ۳ ppm است. محاسبه کنید پس از استخراج نیم‌تن سنگ معدن چند گرم نقره خالص به دست خواهد آمد؟

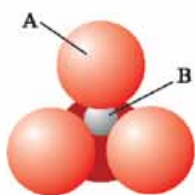
۵۲۳- اگر از ۱۰ تن کانسنگ معدن مس سرچشمه قلعه زری، ۲۰۰ کیلوگرم مس استخراج شود، درصد باطله این معدن چه قدر است؟

۵۲۴- اگر از ۵۰ تن سنگ معدن طلا، ۱۰۰ گرم طلا و ۲۰۰ گرم نقره استخراج شود، عیار نقره در این معدن چند ppm است؟

۵۲۵- اگر عیار مس در یک معدن ۹۰۰۰ ppm باشد، از هر ۳ تن کانسنگ، چند گرم مس و از چه کانه‌ای استخراج می‌شود؟

۵۲۶- توده معدنی آهکی استوانه‌ای شکلی به شعاع ۲۰ متر و ارتفاع ۵۰ متر، دارای عنصر مس است. عیار عنصر مس در این معدن ۱ درصد است. چند

تن ماده معدنی از این توده قابل برداشت است؟ (چگالی سنگ آهک ۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب معادل ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.)



■ با توجه به تصویرمقابل به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۵۲۷- این تصویر چه ساختمانی را نشان می‌دهد؟

۵۲۸- اتم‌های سازنده آن را مشخص کنید.

۵۲۹- فرمول کلی ساختمان را بنویسید.

۵۳۰- در چه کانی‌هایی دیده می‌شود؟

۵۳۱- در چه سنگ‌هایی دیده می‌شود؟

۵۳۲- کانی‌های دارای این ساختمان، چند درصد حجم پوسته زمین را تشکیل می‌دهند؟

۵۳۳- کانی‌های فاقد این ساختار، در چه گروهی جای می‌گیرند؟

■ با توجه به تصویر اتاقک‌های ماگمایی مقابل به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۵۳۴- با آغاز انجماد ماگما درون اتاقک، بلورهای کانی کرومیت در نقطه A تشکیل می‌شود یا

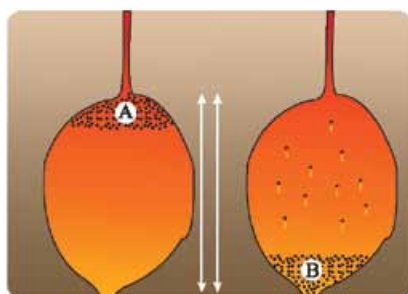
نقطه B؟ برای انتخاب خود دلیل بیاورید.

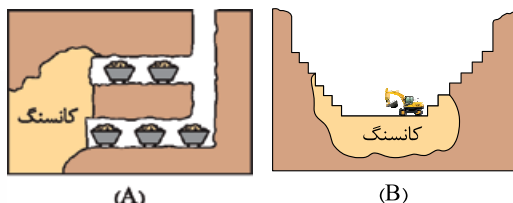
۵۳۵- چه کانی‌های دیگری می‌توانند همراه کرومیت در این زمان و مکان تشکیل شوند؟

۵۳۶- مهم‌ترین عناصری که از ماگما جدا شده و وارد ساختمان این کانی‌ها می‌شوند، کدام‌اند؟

۵۳۷- محل تجمع کانی‌های تشکیل شده نقطه A است یا نقطه B؟ برای انتخاب خود دلیل بیاورید.

۵۳۸- در نقطه فوق‌الذکر بیشتر لایه‌های چه کانسنگ‌هایی در کنار هم تشکیل می‌شوند؟





(سراسری ۱۴۰۲)

(ب) مهم‌ترین کانی آهن‌دار است.

(ت) همراه با پیریت و کوارتز کانسنگ مس را تشکیل می‌دهند.

(۴) الف، ب و ت

(۳) ب و پ

(۲) پ

(۱) ت

(۴) مگنتیت

(۳) گالن

(۲) کالکوپیریت

(۱) هماتیت

(۴۴) در کدام کانه زیر عنصر اقتصادی آهن وجود دارد؟

(۴) گالن

(۳) هماتیت

(۲) کالکوپیریت

(۱) کلسیت

(سراسری ۱۴۰۱)

(۲) فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی از باطله

(۴) جداسازی کانی‌های با چگالی مختلف با کاهش سرعت تدریجی عامل حمل

(۴۶) ماگمایی با سرعت بسیار کم در حال سرد شدن است. در کنار هم قرار گرفتن کانسنگ‌های کدام عناصرها در توده سنگ تشکیل شده از ماگما،

(سراسری ۱۴۰۱)

(۴) نیکل، پلاتین

(۳) کروم، لیتیم

(۲) پلاتین، آهن

(۱) آهن، نیکل

(۴۷) باقی‌مانده یک ماگمای متبلور شده دارای آب و مواد فزّار فراوان است. با تبلور آهسته این قسمت از ماگما شرایط برای تشکیل بلورهای بزرگ

(فارج از کشور ۱۴۰۱)

(۴) سیلیکات بریلیم

(۳) پلاتین خالص

(۲) اکسید نیکل

(۱) اکسید آهن

(فارج از کشور ۱۴۰۲)

(۴۸) منشأ آب‌های گرم و عمیق اثرگذار بر تشکیل کانسنگ‌های گرمابی کدام‌اند؟

(۱) ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و آب‌های زیرزمینی

(۲) آب‌های زیرزمینی حبس شده و آب‌های اضافی کانسنگ‌های ماگمایی

(۳) آب‌های همراه با مواد نفتی، آب‌های نفوذی زیرزمینی و باران‌های اسیدی

(۴) آب مولکولی ترکیبات، آب داغ همراه با ماگما و آب‌های نفوذی از دهانه آتشفشان‌ها

(سراسری ۹۸)

(۴۹) کدام شرایط برای تشکیل ورقه‌های بسیار بزرگ مسکوویت لازم است؟

(۱) مذاب حاوی آب و مواد فزّار در حد فاصل دو لایه رسوبی تزریق شده باشد.

(۲) مذاب تشکیل شده را مقدار متناهی سیلیکات آلومینیم و پتاسیم همراهی کند.

(۳) مذاب باقی‌مانده پس از تبلور بخش اعظم ماگما، آب و مواد فزّار فراوان داشته باشد.

(۴) آب‌های بسیار داغ حاوی یون‌های فلزی در بین شکاف‌های سنگ‌ها تزریق شده باشد.

(۵۰) کدام یک در روش‌های اکتشاف ژئوفیزیکی استفاده نمی‌شود؟

(۲) میدان گرانش زمین

(۱) رسانایی الکتریکی سنگ‌ها

(۴) مغناطیس‌سنجی

(۳) نرم‌افزار خاص

(۵۱) در نخستین مرحله اکتشاف معدن، زمین‌شناسان به بررسی می‌پردازند.

(۲) مقدار ذخیره معدن

(۱) رسانایی الکتریکی سنگ‌ها

(۴) نقشه‌های زمین‌شناسی

(۳) رسوبات آبراهه‌ها

(۵۲) در کدام مرحله از مراحل اکتشاف معدن، عیار میانگین ماده معدنی تعیین می‌شود؟

(۴) پی‌جویی

(۳) تحلیل داده‌ها

(۲) نمونه‌برداری

(۱) حفاری

(۵۳) چند درصد کانسنگ حاوی کالکوپیریت (CuFeS_2) تقریباً از باطله تشکیل شده است؟

(۴) کمتر از ۹۹٪

(۳) ۹۹٪

(۲) کمتر از ۱٪

(۱) ۱٪

۲۶۳. مهندسی، ریاضیات، هوش مصنوعی

۲۶۴. برای حل مشکلات زندگی، دورماندن از مخاطرات طبیعی، تأمین منابع معدنی و ذخایر انرژی

۲۶۵. دستگاه یا نرم‌افزاری است که برخی عملکردهای شناختی، یادگیری و حل مسئله را مشابه‌سازی و یا با تقلید از ذهن انسان بازسازی می‌کند.

۲۶۶. کمک می‌کند تا: (۱) درک خود را از زمین و فرایندهای زمین‌شناسی ارتقا دهند. (۲) داده‌ها را سریع و دقیق تجزیه و تحلیل کنند. (۳) الگوهای مناسب را بیابند.

۲۶۷. (۱) تخمین خسارت‌های احتمالی مخاطرات طبیعی مانند سیل و زمین‌لرزه برطرف کردن محدودیت‌های زمان و مکان در زمین‌شناسی مانند بررسی و دیدن هسته زمین بدون سفر به آن (۳) پیش‌بینی و مدل‌سازی پدیده‌های زمین‌شناسی مانند شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی

۲۶۸. خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت

۲۶۹. ساعت ۲۷۰. شب و روز

۲۷۱. نتایج انحراف محور زمین:

سبب اختلاف مدت‌زمان روز و شب، در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود. سبب تفاوت زاویه تابش خورشید، در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود.

۲۷۲. $\frac{16-15}{16-16} = \frac{1}{16}$
 $1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4} \xrightarrow{(3)} \frac{1}{8} \xrightarrow{(4)} \frac{1}{16}$
 (۴) تا نیم‌عمر گذشته است. میلیون سال $4 \times 75 = 300$

با توجه به این‌که دوران پالئوژئیک از ۵۴۱ میلیون سال پیش شروع و تا ۲۵۱ میلیون سال پیش ادامه داشته، پس خزنده در دوران پالئوژئیک زندگی می‌کرده است.

۲۷۳. ۴ اگر همه کربن پرتوزای اولیه را یک ($\frac{1}{4}$) و نیم‌عمر کربن پرتوزا را ۵۷۰۰ سال در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$1 \xrightarrow{(1)} \frac{1}{2} \xrightarrow{(2)} \frac{1}{4}$
 سال $2 \times 5700 = 11400$

۲ نیم‌عمر سپری شده پس:

۲۷۴. ۳ نیم‌عمر پتاسیم ۴۰ حدود ۱/۲ میلیارد سال است. ۲ نیم‌عمر سپری شده است

این سن ارتباطی با حیات و پیدایش موجودات پرسلولی ندارد.
 میلیارد سال $2 \times 1/3 = 2/6 = 1/3$ سن نمونه (نیم‌عمر ۲)

۲۷۵. ۴ ماده پرتوزای A ($12/5$) $1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8}$

۳ نیم‌عمر $12/5 \xrightarrow{(3)} 25 \xrightarrow{(2)} 50 \xrightarrow{(1)} 100$ A: درصد باقی‌مانده
 ۱ نیم‌عمر $100 \xrightarrow{(1)} 50$ B: درصد باقی‌مانده

$A: 3 \times 1000 = 3000$ سن ماده A
 $B: 1 \times 5000 = 5000$ سن ماده B

۲۷۶. ۳ نیم‌عمر $\times$ تعداد نیم‌عمر = سن سنگ
 $12 = n \times 4 \Rightarrow n = 3$ تعداد نیم‌عمر
 $12g \xrightarrow{1 \text{ نیم‌عمر}} 6g \xrightarrow{2 \text{ نیم‌عمر}} 3g \xrightarrow{3 \text{ نیم‌عمر}} 1.5g$
 میلیون سال $3 \times 4 = 12$

۲۷۷. ۲ نخستین ماهی در دوره اردوئیسین و نخستین دایناسور هم در دوره تریاس به وجود آمده‌اند؛ بنابراین در فاصله اردوئیسین تا تریاس، رسوبات دوره سیلورین و پرمین دیده نمی‌شود؛ یعنی دو توقف یا عدم رسوب‌گذاری در این منطقه دیده می‌شود.

۲۷۸. ۱ ترتیب مراحل از قدیم به جدید: ابتدا رسوب‌گذاری ← چین‌خوردگی ← خروج از آب ← فرسایش ← گسل ← رسوب‌گذاری جدید

۲۷۹. ۲ کربنیفر (A) ← نخستین خزنده

نخستین گیاه آونددار ← (B) سیلورین

دونین (C) ← نخستین دوزیست

کرتاسه (D) ← نخستین گیاه گلدار

فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی زیربنای تمدن

۲۸۰. درست

۲۸۱. نادرست؛ آهن در ریل‌های آهن کاربرد دارد، برای تولید کابل برق از مس استفاده می‌شود.

۲۸۲. نادرست؛ پس از شناسایی، ابتدا استخراج و سپس فراوری انجام می‌شوند.

۲۸۳. نادرست؛ بیشتر مواد معدنی هم به صورت فلزی و هم به صورت غیرفلزی در صنایع کاربرد دارند.

۲۸۴. درست

۲۸۵. نادرست؛ اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته زمین است.

۲۸۶. نادرست؛ ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های آذرین موجود در آن است.

۲۸۷. نادرست؛ کانی‌های سیلیکاتی بیش از ۹۰ درصد حجم پوسته زمین را تشکیل می‌دهند.

۲۸۸. نادرست؛ این کانی‌ها دارای بنیان SiO_4^{4-} هستند که با عناصر دیگر وارد پیوند شده و سیلیکات‌ها را می‌سازند.

۲۸۹. درست ۲۹۰. درست

۲۹۱. نادرست؛ پریدوتیت یک سنگ درونی است.

۲۹۲. درست ۲۹۳. استخراج - فراوری

۲۹۴. پوسته زمین ۲۹۵. آلومینیم (۰.۸٪)

۲۹۶. بی‌هنجاری منفی ۲۹۷. سیلیکاتی

۲۹۸. آذرین ۲۹۹. سقف

۳۰۰. سیلیکاتی ۳۰۱. پیروکسن

۳۰۲. کلسیم ۳۰۳. آلومینیم

۳۰۴. کانی‌های روشن ۳۰۵. دیرگداز

۳۰۶. ذوب بخشی ۳۰۷. تبلور بخشی

۳۰۸. روشن ۳۰۹. دیرگداز

۳۱۰. افزایش ۳۱۱. پایین‌تر

۳۱۲. پریدوتیت. الیوین اولین کانی است که از ماگما جدا می‌شود؛ بنابراین در اولین سنگ‌ها یعنی پریدوتیت (درونی) و کمانتیت (بیرونی) نسبت به بقیه سنگ‌ها بیشتر است.

۳۱۳. بیوتیت، زیرا با توجه به سری واکنشی بوون هر کانی که با ماده مذاب باقی‌مانده واکنش دهد به کانی دمای پایین‌تر خود تبدیل می‌شود.

۳۱۴. ریولیت، یکی از کانی‌های سازنده ریولیت، فلدسپار پتاسیم‌دار است.

۳۱۵. ریولیت، زیرا بر طبق سری واکنشی بوون سنگ ریولیت حاوی مقدار زیادی فلدسپار پتاسیم‌دار است.

۳۱۶. بیوتیت ۳۱۷. پیروکسن - پایین‌تر

۳۱۸. بیوتیت

پیروکسن + مذاب باقی‌مانده = آمفیبول (M)

و آمفیبول (M) + مذاب باقی‌مانده = بیوتیت

۳۱۹. الیوین و کوارتز آخرین کانی و اولین کانی نمی‌توانند در حالت عادی در کنار هم تشکیل شوند.

۳۲۰. پتاسیم ۳۲۱. کاهش - افزایش

۳۷۱. هنگام شروع ذوب، کانی‌های دیرگداز ذوب نمی‌شوند؛ پس وارد ترکیب ماگما نمی‌شوند، یعنی در تشکیل ماگما دخالت نمی‌کنند. این ذوب را بخشی گویند. (بخشی از سنگ ذوب شده است).

۳۷۲. او در آزمایشگاه سنگ بازالت را پودر و سپس ذوب کرد و اجازه داد تا به آرامی سرد شود. حاصل مطالعات او تشکیل کانی‌ها و سنگ‌های مختلف از ماگمای اولیه بازالتی بود.

۳۷۳. گرانیات

۳۷۴. مسکوویت - فلدسپار پتاسیم دار - کوارتز

۳۷۵. در صورتی که کانی‌های متبلور شده از ماگمای باقی‌مانده جدا شده و با آن وارد واکنش نشوند.

۳۷۶. ته‌نشین شدن کانی‌ها در کف اتاق ماگمایی

۳۷۷. طی سری واکنشی پیوسته فلدسپارهای پلاژیوکلاز تشکیل می‌شوند.

۳۷۸. ساختمان سیلیکاتی آن‌ها مشابه و ترکیب شیمیایی آن‌ها متفاوت است.

۳۷۹. الیوین، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت

۳۸۰. هم ساختمان سیلیکاتی آن‌ها و هم ترکیب شیمیایی آن‌ها متفاوت است.

۳۸۱. جداسدن کانی‌های متبلور شده طی سرد شدن ماگما از مذاب باقی‌مانده را تبلور بخشی می‌گویند.

۳۸۲. سنگ‌ها از کانی‌های مختلفی تشکیل شده‌اند که هر کدام نقطه ذوب مشخصی دارند. برخی زودتر ذوب می‌شوند و برخی دیرتر.

۳۸۳. ترکیب ماگما گرانیاتی خواهد بود، زیرا گرانیات آخرین سنگی است که تشکیل شده و نقطه ذوب پایین‌تری دارد.

۳۸۴. باید کانی‌های متبلور شده از ماگما خارج شوند و با ماده مذاب باقی‌مانده وارد واکنش نشوند.

۳۸۵. سنگ بازالت که معادل بیرونی گابرو است

۳۸۶. پیروکسن، پلاژیوکلاز با محتوای کلسیم کمتر و مقداری الیوین.

۳۸۷. پریدوتیت و کماتیت (الیوین، پلاژیوکلاز کلسیم دار پیروکسن)

۳۸۸. آندزیت

۳۸۹. ریولیت

۳۹۰. کماتیت

۳۹۱. ریولیت

۳۹۲. کماتیت

۳۹۳. M: پلاژیوکلاز کلسیم دار D: آمفیبول

۳۹۴. A

۳۹۵. کماتیت

۳۹۶. گرانیات

۳۹۷. کوارتز - فلدسپار پتاسیم و مسکوویت

۳۹۸. B

۳۹۹. کوارتز

۴۰۰. ۲ با توجه به جدول غلظت کلارک، آلومینیم نسبت به عناصر دیگر ذکر شده در گزینه‌ها، میانگین غلظت بیشتری در پوسته زمین دارد.

۴۰۱. ۳ باید مجموع بارهای مثبت عناصر در ترکیب نهایی هر گزینه برابر ۴ باشد، زیرا بنیان سیلیکات ۴ بار منفی دارد و پس از پیوند بارها باید خنثی شود.

۴۰۲. ۴ هالیت (نمک) کلرید سدیم، هماتیت اکسید آهن و پیریت سولفید آهن است و هر سه فاقد بنیان سیلیکاتی هستند و تنها کانی سیلیکاتی، الیوین است.

۴۰۳. ۴ گرانیات و معادل بیرونی آن ریولیت و پگماتیت هر سه ترکیب کانی‌شناسی یکسانی دارند و حاوی کوارتز، مسکوویت و فلدسپار پتاسیم هستند.

۴۰۴. ۳ با توجه به سری واکنشی بوون پیروکسن از سایر گزینه‌ها زودتر تشکیل شده است و کانی که زودتر از بقیه تشکیل می‌شود، هنگام ذوب به درجه حرارت بالایی نیاز دارد و دیرتر ذوب می‌شود.

۴۰۵. ۲ مقدار سیلیس موجود در ریولیت از سایر گزینه‌ها بیشتر است، زیرا ریولیت آخرین سنگی است که در سری واکنشی بوون تشکیل می‌شود و ماگما در پایان انجماد از سیلیس غنی است.

۳۲۲. پیوسته - فلدسپارها

۳۲۴. ناپیوسته

۳۲۶. پ

۳۲۸. الف

۳۳۰. ث

۳۳۲. الف

۳۳۴. ث

۳۳۶. ب

۳۳۸. منطقه C

راه حل: باید نقطه‌ای روی نمودار (نقطه چین) را پیدا نمود که میزان غلظت آلومینیم از غلظت کلارک آن (خط پیوسته) بیشتر باشد.

۳۳۹. با شروع استخراج و معدن کاری، معدن شکل می‌گیرد.

۳۴۰. پلاتین

۳۴۲. مس: کابل‌های برق

۳۴۳. گرافیت: مغز مداد

۳۴۴. کلارک

۳۴۶. از انواع سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی

۳۴۷. به دو دسته سیلیکات‌ها و غیر سیلیکات‌ها

۳۴۸. الیوین

۳۵۰. الیوین و پلاژیوکلاز کلسیم دار

۳۵۱. پیروکسن

۳۵۲. دمای تبلور

۳۵۳. آهن و منیزیم نسبتاً بالا و SiO_2 نسبتاً کمی دارد.

۳۵۴. گابرو، چون به آرامی سرد شده است باید سنگ درونی نام برده شود.

۳۵۵. ریولیت؛ چون در اثر فوران آتشفشان ایجاد شده، باید نام سنگ بیرونی آورده شود.

۳۵۶. کماتیت - الیوین، مقدار کمی پیروکسن و پلاژیوکلاز کلسیم دار

۳۵۷. بیوتیت

۳۵۸. پتاسیم، زیرا تا این مرحله در ساختمان کانی‌ها وارد نشده است.

۳۵۹. به دو دسته زودگداز و دیرگداز

۳۶۰. ریولیت

۳۶۱. شناسایی سنگ‌های آذرین و اکتشاف مواد معدنی

۳۶۲. زمانی که سنگ‌ها شروع به ذوب کنند، برخی کانی‌ها زودتر و برخی دیرتر ذوب می‌شوند و لذا بسته به دما و درجه ذوب‌شدگی، ماگماهایی با ترکیبات متفاوت ایجاد می‌گردد.

۳۶۳. خیر، زیرا نخستین کانی جداسده از ماگما، نمی‌تواند با آخرین سنگ تشکیل‌شده، همراه شود.

۳۶۴. با اندازه‌گیری فراوانی عنصر در کانی‌ها و سنگ‌های منطقه و مقایسه آن با میانگین درصد عنصر در پوسته زمین

۳۶۵. زیرا مقدار کل سنگ‌های رسوبی و دگرگونی نسبت به حجم سنگ‌های آذرین بسیار اندک و فاقد اهمیت است.

۳۶۶. هنگامی که در سنگ، خاک، گیاهان یا آب منطقه، تمرکز یک یا چند عنصر در مقایسه با میانگین آن‌ها در پوسته کمتر یا بیشتر باشد.

۳۶۷. هنگامی که تمرکز عناصر موجود در سنگ‌های منطقه با میانگین آن‌ها در پوسته زمین برابر باشد.

۳۶۸. ترکیب سنگ ذوب‌شده و شرایط ذوب

۳۶۹. کانی‌های روشنی که نقطه ذوب پایینی دارند و زود ذوب می‌شوند.

۳۷۰. کانی‌های تیره‌ای که نقطه ذوب بالایی دارند و دیر ذوب می‌شوند.

۴۰۶. ۲ در سری واکنشی بوون با کاهش دما و واکنش کانی‌های حاصل با ماگمای باقی‌مانده، کانی‌های دمای بالا به کانی‌های دمای پایین‌تر از خود تبدیل می‌شوند. کانی دمای پایین‌تر از آمفیبول، بیوتیت است.

۴۰۷. ۳ در سری واکنشی بوون مقدار آهن و منیزیم ماگما رو به کاهش است و با کاهش دما و واکنش کانی‌های حاصل با ماگمای باقی‌مانده، کانی‌های دمای بالا به کانی‌های دمای پایین‌تر از خود تبدیل می‌شوند. کانی دمای پایین‌تر از اپیدوکسن، آمفیبول است.

۴۰۸. ۲ اولین سنگ‌ها در سری واکنشی بوون حاوی الیوین بالایی هستند. پریدوتیت الیوین بیشتری دارد اما درونی است. بعد از پریدوتیت الیوین در بازالت و گابرو بیشتر است و گابرو نیز درونی است.

۴۰۹. درست

۴۱۰. نادرست؛ در کانه‌های همه سنگ‌ها (رسوبی، دگرگونی و آذرین) یافت می‌شوند.

۴۱۱. درست

۴۱۲. نادرست؛ کالکوپیریت مهم‌ترین کانه مس است. کانسنگ خود از دو بخش کانه و باطله تشکیل می‌شود.

۴۱۳. درست

۴۱۴. درست

۴۱۵. نادرست؛ باعث کاهش (پایین آمدن) نقطه انجماد و افزایش سرعت انتقال اتم‌ها در ماگما می‌شود.

۴۱۶. نادرست؛ کانسنگ‌های آهن نواری رسوبی هستند.

۴۱۷. نادرست؛ برداشت طلا از رودخانه زرشوران، نمونه‌ای از ذخایر پلاستی است

۴۱۸. نادرست؛ طلا علاوه بر کانسنگ‌های گرمایی، به صورت کانسنگ رسوبی پلاستی نیز دیده می‌شود.

۴۱۹. نادرست؛ اولین مرحله اکتشاف، بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارش‌ها و مطالعات قبلی است.

۴۲۰. درست

۴۲۱. نادرست؛ تحلیل داده‌ها مرحله پایانی اکتشاف معدنی است.

۴۲۲. نادرست؛ استخراج ماده معدنی به دو روش روباز و زیرزمینی انجام می‌شود.

۴۲۳. درست

۴۲۴. درست

۴۲۵. کانه

۴۲۶. آب - مواد فزار

۴۲۷. طلق نسوز

۴۲۸. شن و ماسه

۴۲۹. کانی‌های موجود - تعیین عیار فلز (یا کیفیت ماده معدنی)

۴۳۰. فلزی

۴۳۱. بررسی‌های ژئوفیزیکی

۴۳۲. فراوری یا کانه‌آرایی

۴۳۳. پیمایش و بازدید صحرایی

۴۳۴. مثبت

۴۳۵. هماتیت

۴۳۶. کانه

۴۳۷. غیرفلزی

۴۳۸. زیرزمینی

۴۳۹. ماگمایی

۴۴۰. گرمایی

۴۴۱. زیاد

۴۴۲. استخراج

۴۴۳. سنگ

۴۴۴. غیرفلزی

۴۴۵. گچ بنایی

۴۴۶. سردتر

۴۴۷. طولانی - درشت

۴۴۸. بیشتر

۴۴۹. بریل

۴۵۰. شیمیایی

۴۵۱. تخریبی

۴۵۲. گرمایی

۴۵۳. تخریبی

۴۵۴. رسوبی

۴۵۵. فیزیکی

۴۵۶. زیرسطحی

۴۵۷. الف

۴۵۸. پ

۴۵۹. الف

۴۶۰. پ

۴۶۱. پ

۴۶۲. الف

۴۶۳. ث

۴۶۴. پ

۴۶۵. پ

۴۶۶. ت

۴۶۷. الف

۴۶۸. پ

۴۶۹. طلا، نقره و مس

۴۷۰. کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت

۴۷۱. کانه، باطله (گانگ)

۴۷۲. پس از پایان عملیات اکتشاف با تعیین اقتصادی بودن ذخایر

۴۷۳. با شروع بهره‌برداری، یک معدن شکل می‌گیرد.

۴۷۴. کرومیت و مگنتیت

۴۷۵. لیتیم و سزیم

۴۷۶. مسکویت - پگماتیت

۴۷۷. فرایند تشکیل آن‌ها

۴۷۸. رودخانه و دریا

۴۷۹. الف پگماتیت

۴۸۰. میکروسکوپ و دستگاه تجزیه شیمیایی

۴۸۱. روش‌های ژئوفیزیکی

۴۸۲. روباز و زیرزمینی

۴۸۳. کنسانتره

۴۸۴. در کارخانجات نزدیک معدن

۴۸۵. کم‌تر از یک درصد (۱٪)

۴۸۶. هر ماده‌ای که طی فرایندهای طبیعی شکل گرفته باشد و بتوان از آن ماده یا مواد بارزش و سودمندی استخراج و به بازار عرضه کرد، کانسنگ یا سنگ معدن نام دارد.

۴۸۷. گاهی در برخی مناطق، پوسته زمین تمرکز غیرعادی از یک یا چند کانه بارزش و دارای سود کافی برای استخراج را نشان می‌دهد. به این مناطق کانسار گفته می‌شود.

۴۸۸. در صورتی که حجم و تمرکز کافی از ماده معدنی وجود داشته باشد.

۴۸۹. کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوه تشکیل تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴۹۰. سه دسته، ماگمایی، گرمایی، رسوبی

۴۹۱. پلاتین، نیکل و کروم ماگمایی و قلع و نقره گرمایی هستند.

۴۹۲. هنگام کاهش دمای ماگما و شروع تبلور، کانی‌های کرومیت و مگنتیت همراه الیوین در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی تشکیل می‌شوند و چون چگالی آن‌ها نسبت به ماگما بیشتر است در کف اتاقک ماگمایی ته‌نشین می‌شوند و کانسنگ‌های مذکور را شکل می‌دهند.

۴۹۳. الیوین، پیروکسن و آمفیبول

۴۹۴. آب، مواد فزار و کربن دی‌اکسید

۴۹۵. آب، مواد فزار و کربن دی‌اکسید

۴۹۶. کوارتز - مسکویت و فلدسپار پتاسیم‌دار

۴۹۷. شیب زمین گرمایی، حضور توده‌های مذاب

۴۹۸. آب ماگما، آب نفوذی از بستر اقیانوس‌ها، آب زیرزمینی

۴۹۹. مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، طلا، قلع

۵۰۰. آب‌های داغ حاوی کاتیون‌های فلزی، ضمن صعود به سطح زمین با کاهش فشار، دمای آن‌ها نیز کاهش یافته و کاتیون‌های فلزی خود را در شکستگی‌ها ته‌نشین می‌کنند و رگه‌های معدنی را تشکیل می‌دهند.

۵۰۱. توده‌های آذرین مذاب در اعماق با نقش حرارتی خود سبب ایجاد جریان‌های همرفتی در آب‌ها می‌شود.

۵۰۲. قلع، روی و سرب گرمایی هستند

۵۰۳. دو دسته، رسوبی شیمیایی و رسوبی تخریبی

۵۰۴. ابتدا مواد به صورت نامحلول وارد محیط شده و سپس با تشکیل ترکیبات غیرمحلول در محیط رسوبی ته‌نشین شده و کانسارهای رسوبی شیمیایی را به وجود می‌آورند.

۵۲۵. از کانه کالکوپریت

گرم کانسنگ ۱۰۰۰۰۰۰	گرم نقره ۹۰۰۰	$x = ۲۷۰۰۰$
۳۰۰۰۰۰۰	x	گرم مس

۵۲۶. حجم توده معدنی استوانه‌ای = شعاع $\times$ شعاع $\times ۳/۱۴ \times$ ارتفاع
 $۶۲۸۰۰ = ۵۰ \times ۳/۱۴ \times ۲۰ \times ۲۰$

$$\frac{m}{۶۲۸۰۰} = \frac{۲۰۰۰}{۳۰۰۰۰۰} = \text{چگالی}$$

$$\Rightarrow m = ۱۲۵۶۰۰۰۰ \text{ آهک}$$

کیلوگرم مس موجود در توده معدنی $۱۲۵۶۰۰۰۰ \times ۱\% = ۱۲۵۶۰۰۰$

تن مس موجود در ماده معدنی $\frac{۱۲۵۶۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۱۲۵۶$

۵۲۷. واحد بنیادی سیلیکات‌ها یا بنیان سیلیکات

۵۲۸. A: اکسیژن B: سیلیسیم SiO_4^{4-}

۵۳۰. در کانی‌های سیلیکاتی

۵۳۱. سنگ‌های آذرین - رسوبی - دگرگونی

۵۳۲. بیش از ۹۰٪ غیرسیلیکات‌ها

۵۳۴. در نقطه A یعنی سقف مخزن، زیرا در این نقطه دما پایین‌تر است.

۵۳۵. الیوین و مگنتیت ۵۳۶ آهن و منیزیم

۵۳۷. در نقطه B، یعنی کف مخزن، زیرا چگالی آن‌ها از ماگما بیشتر است و ته‌نشین می‌شوند.

۵۳۸. کانسنگ‌های کروم و آهن دار ۵۳۹ روباز - زیرزمینی

۵۴۰. (B) ۵۴۱ (A)

۵۴۲. ۱ کالکوپریت مهم‌ترین کانه مس است و همراه پیریت و کوآرتز و ... کانسنگ مس را می‌سازد.

۵۴۳. ۲ کالکوپریت ۵۴۴ ۳

۵۴۵. ۲ فراوری فرایند جداسازی کانی‌های مفید اقتصادی از باطله است.

۵۴۶. ۳ کروم در مراحل ابتدایی سردشدن ماگما جدا شده و ته مخزن ماگما ته‌نشین می‌شود، ولی لیتیم در مراحل پایانی سردشدن ماگما تشکیل شده و در پگماتیت‌ها فراوان است.

۵۴۷. ۴ سیلیکات بریلیم همان بریل است که در پگماتیت‌ها به صورت بلورهای درشت یافت می‌شود.

۵۴۸. ۱ آب ماگما، آب نفوذی از بستر دریا و آب‌های زیرزمینی منشأ آب‌های فرایندهای گرمایی هستند.

۵۴۹. ۳ بلورهای ورقه‌ای بزرگ مسکوویت در پگماتیت‌ها تشکیل می‌شوند و شرایط تشکیل پگماتیت‌ها در ۳ آمده است.

۵۵۰. ۳ روش‌های اکتشاف ژئوفیزیکی شامل رسانایی الکتریکی، گرانش‌سنجی، مغناطیس‌سنجی و امواج زمین‌لرزه است.

۵۵۱. ۴ پیش از هر اقدامی نقشه‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

۵۵۲. ۳ در مرحله پایانی یعنی مرحله تحلیل داده‌ها عیار میانگین ماده معدنی تعیین می‌شود.

۵۵۳. ۳ در کانسنگ حاوی کالکوپریت کم‌تر از ۱ درصد مس و ۹۹ درصد باطله وجود دارد.

۵۵۴. نادرست؛ نام علمی زبرجد، الیوین است.

۵۵۵. درست ۵۵۶ درست

۵۵۷. نادرست؛ گارنت یک کانی سیلیکاتی است.

۵۵۸. نادرست؛ در گوشته زمین تشکیل می‌شود.

۵۵۹. نادرست؛ برلیان نوع خاصی از تراش کانی الماس است که درخشندگی و جلوه‌های زیبای الماس را بیشتر به نمایش می‌گذارد.

۵۶۰. درست

۵۰۵. کانی‌های با چگالی زیاد و مقاوم در برابر فرسایش

۵۰۶. کانی‌های چگال و مقاوم از سنگ خود آزاد شده و توسط عوامل حمل به رودخانه و دریا منتقل و تجمع یافته و کانسنگ‌های رسوبی پلاستی را تشکیل می‌دهند.

۵۰۷. با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آن‌ها

۵۰۸. در بازدیدهای صحرایی، مناطقی که احتمال تشکیل ذخایر معدنی وجود دارد، شناسایی می‌کنند.

۵۰۹. خواص مغناطیسی، رسانایی الکتریکی، تغییرات میدان گرانش کانسنگ‌ها
 ۵۱۰. حفاری، پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق انجام می‌گیرد.

۵۱۱. تا حدی که ماده معدنی وجود دارد که ممکن است صدها متر ادامه یابد.

۵۱۲. زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به‌دست‌آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

۵۱۳. براساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته زمین

۵۱۴. (۱) برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب منتقل می‌شود. (۲) به طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.

۵۱۵. کانسنگ ماگمایی - با کاهش دما و شروع تبلور کانی‌ها، کانی کرومیت از جمله کانی‌هایی است که در ابتدا همراه الیوین تشکیل می‌شود و چون چگالی آن از ماگما بیشتر است در کف اتاقک ماگمایی ته‌نشین شده و معادن کرومیت تشکیل می‌شوند.

۵۱۶. کانسار مهمی برای (۱) عناصری خاص مانند لیتیم و سزیم (۲) گوهرهایی مانند بریل (۳) کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت است.

۵۱۷. نسبت بالای کانه به باطله، نوع کانی ارزشمند، پایین بودن هزینه استخراج

۵۱۸. به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش دما داریم.

m	$^{\circ}\text{C}$
۱۰۰	۳
۴۰۰	x

$$\Rightarrow x = \frac{۴۰۰ \times ۳}{۱۰۰} = ۱۲^{\circ}\text{C}$$

۵۱۹.

m	$^{\circ}\text{C}$
۱۰۰	۳
x	۲۱۰

$$x = \frac{۲۱۰ \times ۳}{۳} = ۲۱۰$$

۵۲۰. روش‌های ژئوفیزیکی

۵۲۱.

گرم	
۲	تن $۱ = ۱۰^۶$
x	۵×۱۰^۶

$$x = \frac{۵ \times ۱۰^۶ \times ۲}{۱۰^۶} = ۱۰ \text{ گرم}$$

۵۲۲. ppm یعنی ۱ در میلیون

۵ / ۱۰۰۰۰۰۰ = ۵۰۰ تن = ۵۰۰۰۰۰۰ گرم

تناسب می‌بندیم:

گرم سنگ معدن	۱۰۰۰۰۰۰	۳
گرم سنگ معدن	۵۰۰۰۰۰۰	x

$$x = \frac{۱۵۰۰۰۰۰}{۱۰۰۰۰۰۰} = ۱/۵$$

۵۲۳. ۹۸۰۰۰۰۰ گرم باطله $۱۰۰۰۰۰۰ - ۲۰۰۰۰۰۰ =$

تناسب می‌بندیم:

۹۸۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰
x	۱۰۰

$$x = ۹۸ \text{ درصد}$$

۵۲۴. تناسب می‌بندیم:

گرم نقره ۲۰۰	گرم سنگ معدن ۵۰۰۰۰۰۰۰
x	۱۰۰۰۰۰۰۰

$$x = ۴ \text{ ppm}$$