

شیمی معدنی

برای دانشجویان دانشگاه‌های علمی - کاربردی
مطابق با سرفصل مصوب شورای آموزشی و درسی علمی - کاربردی

تألیف:

دکتر محمدرضا ملاردی - بهزاد جمالی آقباش

اعضای هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

سرشناسه	ملاردی، محمدرضا
عنوان و پدیدآور	شیمی معدنی برای دانشجویان دانشگاه‌های علمی - کاربردی
مشخصات نشر	تألیف: دکتر محمدرضا ملاردی - بهزاد جمالی آقباش تهران: مبتکران؛ پیشروان ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری	۲۰۴ ص. مصور، جدول، نمودار
شابک	۹۷۸ - ۹۶۴ - ۰۷ - ۱۰۰۷ - ۴
وضعیت فهرست نویسی	فیا.
موضوع	دانشگاه‌ها و مدارس عالی - - ایران - - آزمون‌ها.
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۸ م ۲ ک / ۵ / GV۱۸۱
رده‌بندی دیویی	۶۹۰ / ۷۹۰
شماره کتابشناسی ملی	۱۹۹۲۰۱۱



پیشروان (پروانه نشر: ۲۶۲۳)

مبتکران (پروانه نشر: ۱۶۷/۱۰۲)



شیمی معدنی

مؤلفان: دکتر محمدرضا ملاردی - بهزاد جمالی آقباش

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۲۰۰ جلد

صفحه آرای: آرش فکری

لیتوگرافی: ندای دانش

قیمت: ۴۰۰۰ تومان

حقوق چاپ و نشر، محفوظ و مخصوص ناشر است و هرگونه کپی برداری و نقل مطالب بدون اجازه ناشر پیگرد قانونی دارد.

مرکز بخش: تهران میدان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان نظری، پلاک ۵۹، کدپستی ۱۳۱۴۷۶۴۹۶۱
تلفن: ۶۴۹۱ دورنگار ۶۶۴۰۶۳۶۲
www.mobtakeran.com

پیشگفتار

با وجود اهمیت درس شیمی معدنی برای دانشجویان دانشگاه‌های علمی - کاربردی، کتابی برای این درس که در برگیرنده تمامی سرفصل‌ها و هدف‌های شورای برنامه‌ریزی آموزشی و درسی علمی - کاربردی، تالیف یا ترجمه نشده است و منبع مدونی که تدریس آن هدف‌های آموزشی این درس را تامین کند وجود ندارد. بلکه آنچه برای تدریس این درس استفاده شده است جزوه‌ها و منابع پراکنده است که گاهی ارتباط چندانی با سرفصل آن نداشته است و دانشجویان نیز به منبع درسی مشخصی دسترسی ندارند. از این رو بر آن شدیم تا کتاب حاضر را در زمینه این درس مهم شیمی معدنی کاربردی تدوین و تالیف کنیم که بطور دقیق با سرفصل و هدف‌های شورای برنامه‌ریزی آموزشی و درسی علمی - کاربردی مطابقت دارد و در ۱۱ فصل به ترتیب زیر، تنظیم شده است.

- فصل ۱- بررسی هیدروژن، اکسیژن و کاربردهای آن‌ها
- فصل ۲- بررسی گازهای نجیب و کاربردهای آن‌ها
- فصل ۳- بررسی عنصرهای گروه ۱۷ (VIIA)، هالوژن و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۴- بررسی عنصرهای گروه ۱۶ (VIA) و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۵- بررسی عنصرهای گروه ۱۵ (VA) و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۶- بررسی عنصرهای گروه ۱۴ (IVA) و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۷- اصول استخراج فلزها (متالورژی)
- فصل ۸- بررسی عنصرهای گروه ۱ (IA) فلزهای قلیایی
- فصل ۹- بررسی عنصرهای گروه ۲ (IIA) فلزهای قلیایی خاکی و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۱۰- بررسی عنصرهای گروه ۱۳ (IIIA) و کاربردهای مهم آن‌ها
- فصل ۱۱- بررسی عنصرهای واسطه و کاربردهای مهم آن‌ها

انتظار می‌رود که همکاران گرامی، دانشجویان عزیز و علاقمندان به شیمی کاربردی با دسترسی به این کتاب، نیازهای آموزشی و کاربردی خود در زمینه خواص کاربردی عنصرهای فلزی و نافلزات و ترکیب‌های آن‌ها را برطرف سازند و به اهمیت این مواد در زندگی و در صنعت آگاهی‌های لازم و کافی را پیدا کنند.

در این جا لازم می‌دانیم از جناب آقای یحیی دهقانی، مدیر مسئول محترم انتشارات مبتکران که امکان چاپ و نشر این کتاب را فراهم آوردند سپاسگزاری نمائیم. هم‌چنین از خانم مهسان حبیبی برای تایپ متن کتاب و نیز خانم مینا هرمزی که طراحی روی جلد کتاب را به عهده داشتند تشکر نمائیم.

محمد رضا ملاردی - بهزاد جمالی آقباش

www.ketab.ir

فهرست

عنوان

صفحه

فصل ۱: بررسی هیدروژن، اکسیژن و کاربردهای مهم آن‌ها

۱-۱	مروری بر جدول تناوبی عناصرها	۱۷
۱-۱-۱	دسته‌بندی عناصرهای شیمیایی بر اساس خواص	۱۹
۱-۱-۲	تغییر خواص گروهی عناصرها	۲۰
۱-۱-۳	اثر روند تغییر خواص عناصرها در دوره‌های جدول تناوبی	۲۱
۱-۱-۴	بخش‌بندی جدول تناوبی بر اساس زیر لایه‌های الکترونی اتم عناصرها	۲۲
۱-۲	بررسی هیدروژن و کاربردهای آن	۲۳
۱-۲-۱	وجود در طبیعت	۲۳
۱-۲-۲	روش‌های تهیه	۲۴
۱-۲-۳	خواص فیزیکی	۲۶
۱-۲-۴	خواص شیمیایی	۲۶
۱-۲-۵	کاربردهای مهم هیدروژن	۲۷
۱-۳	بررسی اکسیژن و کاربردهای آن	۲۷
۱-۳-۱	وجود در طبیعت	۲۷
۱-۳-۲	روش‌های تهیه	۲۸
۱-۳-۳	خواص فیزیکی	۲۹
۱-۳-۴	خواص شیمیایی	۲۹
۱-۳-۵	سوختن	۳۰
۱-۳-۶	کاربردهای مهم اکسیژن	۳۱
۱-۴	اوزون و کاربردهای آن	۳۱
۱-۵	هوا	۳۲
۱-۵-۱	اجزای تشکیل دهنده هوا	۳۲
۱-۵-۲	خواص هوا	۳۳
۱-۵-۳	کاربردهای مهم هوا در صنعت	۳۳
۱-۶	آب	۳۴
۱-۶-۱	خواص فیزیکی	۳۴

۳۴	۱-۶-۲ خواص شیمیایی
۳۵	۱-۶-۳ کاربردهای صنعتی آب
۳۶	۱-۷ پرسش‌ها و تمرین‌های فصل ۱

فصل ۲: بررسی گازهای نجیب و کاربردهای آن‌ها

۳۹	۲-۱ معرفی گروه
۴۰	۲-۲ خواص گروهی
۴۰	۲-۳ ترکیب‌های گازی نجیب
۴۲	۲-۴ توجیه واکنش ناپذیری گازهای نجیب سبک‌تر
۴۳	۲-۵ خواص فیزیکی و کاربردهای مهم گازهای نجیب
۴۳	۲-۵-۱ خواص و کاربردهای مهم هلیوم
۴۳	۲-۵-۲ خواص و کاربردهای مهم نئون
۴۳	۲-۵-۳ خواص و کاربردهای مهم آرگون
۴۴	۲-۵-۴ خواص و کاربردهای مهم کریپتون
۴۴	۲-۵-۵ خواص و کاربردهای مهم زنون
۴۴	۲-۵-۶ خواص و کاربردهای مهم رادون
۴۵	۲-۶ پرسش‌ها و تمرین‌های فصل ۲

فصل ۳: بررسی عنصرهای گروه ۱۷ (VIIA) و کاربردهای آن‌ها

۴۷	۳-۱ معرفی گروه
۴۸	۳-۲ خواص گروهی عنصرهای هالوژن
۴۸	۳-۲-۱ خواص غیرعادی فلوئور و عامل‌های مؤثر در پیدایش این خواص
۴۹	۳-۲-۲ توجیه خواص غیرعادی فلوئور
۵۰	۳-۲-۳ وجود هالوژن‌ها در طبیعت
۵۱	۳-۲-۴ روش‌های تهیه هالوژن‌ها
۵۲	۳-۳ خواص شیمیایی هالوژن‌ها
۵۲	۳-۳-۱ واکنش با فلزها
۵۲	۳-۳-۲ واکنش با نافلزها
۵۲	۳-۳-۳ واکنش با هیدروژن
۵۳	۳-۳-۴ واکنش با آب
۵۳	۳-۳-۵ واکنش کلر با سدیم هیدروکسید

۵۴	۳-۴ ترکیب‌های مهم هالوژن‌ها.....
۵۴	۳-۴-۱ روش تهیه هالیدهای هیدروژن (HCl, HF).....
۵۴	۳-۴-۲ روش تهیه HBr و HI.....
۵۵	۳-۵ اسیدهای هیدروهالیک.....
۵۵	۳-۶ اکسی اسیدهای هالوژن.....
۵۵	۳-۶-۱ هیو هالواسیدها (HXO).....
۵۵	۳-۶-۲ هالواسیدها (HXO _۲).....
۵۶	۳-۶-۳ هالیک اسیدها (HXO _۳).....
۵۶	۳-۶-۴ پرهالیک اسیدها (HXO _۴).....
۵۶	۳-۷ ترکیب‌های بین هالوژن‌ها.....
۵۶	۳-۷-۱ نقش هالوژن‌ها و ترکیب‌های آن‌ها در صنعت.....
۵۶	۳-۷-۲ نقش فلونور و ترکیب‌های آن.....
۵۷	۳-۷-۳ نقش کلر و ترکیب‌های آن.....
۵۸	۳-۷-۴ نقش برم و ترکیب‌های آن.....
۵۹	۳-۷-۵ نقش ید و ترکیب‌های آن.....
۶۰	۳-۸ بررسی‌ها و تمرین‌های فصل ۳.....

فصل ۴ بررسی عنصرهای گروه ۱۶ (VIA) و کاربردهای آن‌ها

۶۳	۴-۱ معرفی گروه.....
۶۴	۴-۲ خواص گروهی.....
۶۴	۴-۳ وجود در طبیعت.....
۶۵	۴-۴ روش استخراج گوگرد.....
۶۶	۴-۴-۱ روش استخراج فلزهای دیگر گروه.....
۶۶	۴-۵ خواص فیزیکی گوگرد.....
۶۶	۴-۵-۱ آلوتروپ‌های گوگرد.....
۶۷	۴-۵-۲ بررسی ذوب شدن گوگرد.....
۶۷	۴-۵-۳ بررسی خواص شیمیایی گوگرد.....
۶۸	۴-۵-۴ خواص عنصرهای دیگر گروه.....
۶۸	۴-۶ کاربردهای مهم عنصرهای گروه ۱۶.....
۶۸	۴-۶-۱ کاربردهای گوگرد.....

۶۸	۴-۶-۲ کاربردهای سلنیم
۶۸	۴-۶-۳ کاربردهای تلور
۶۸	۴-۶-۴ کاربردهای پولونیم
۶۸	۴-۷ ترکیب‌های مهم عنصرهای گروه ۱۶ و کاربردهای آنها
۶۸	۴-۷-۱ هیدروژن سولفید (H_2S)
۶۹	۴-۷-۲ گوگرد دی اکسید (SO_2)
۷۰	۴-۷-۳ گوگرد تری اکسید (SO_3)
۷۰	۴-۷-۴ سولفوریک اسید
۷۳	۴-۷-۵ سولفات‌ها
۷۳	۴-۸ ترکیب‌های مهم سلنید و تلور و کاربرد آنها
۷۴	۴-۹ پرشش‌ها و تمرین‌های فصل ۴

فصل ۵: بررسی عنصرهای گروه ۱۴ (IVA) و کاربردهای آنها

۷۷	۵-۱ معرفی گروه
۷۷	۵-۲ خواص گروهی
۷۸	۵-۳ وجود در طبیعت
۷۹	۵-۴ روش استخراج عنصرهای گروه ۱۵
۸۰	۵-۵ خواص شیمیایی عنصرهای گروه ۱۵
۸۲	۵-۶ کاربردهای عنصرهای گروه ۱۵
۸۳	۵-۷ ترکیب‌های مهم عنصرهای گروه ۱۵ و کاربردهای آنها
۸۳	۵-۷-۱ آمونیاک (NH_3)
۸۴	۵-۷-۲ نیتریک اسید (HNO_3)
۸۵	۵-۷-۳ هیدرازین (N_2H_4)
۸۶	۵-۸ ترکیب‌های فسفر
۸۶	۵-۸-۱ فسفریک اسید (اورتوفسفریک اسید)
۸۶	۵-۸-۲ کاربردهای فسفریک اسید و نمک‌های آن
۸۷	۵-۸-۳ فسفر و اسید (H_3PO_3)
۸۷	۵-۸-۴ فسفر و اسید (H_3PO_4)
۸۷	۵-۹ ترکیب‌های مهم عنصرهای دیگر این گروه و کاربردهای آنها
۹۰	۵-۱۰ پرشش‌ها و تمرین‌های فصل ۵

فصل ۶: بررسی عنصرهای گروه ۱۴ (IVA) و کاربردهای آنها

۹۳	۶-۱ معرفی گروه
۹۳	۶-۲ خواص گروه
۹۴	۶-۳ وجود در طبیعت
۹۴	۶-۳-۱ الماس
۹۴	۶-۳-۲ گرافیت
۹۵	۶-۴ سیلیسیم
۹۶	۶-۵ روش‌های استخراج عنصرهای گروه ۱۴
۹۷	۶-۶ خواص شیمیایی عنصرهای گروه ۱۴
۹۸	۶-۷ کاربردهای مهم عنصرهای گروه ۱۴
۹۹	۶-۸ ترکیب‌های مهم عنصرهای گروه ۱۴ و کاربردهای آنها
۱۰۱	۶-۸-۱ ترکیب‌های کربن
۱۰۱	۶-۸-۲ کربن مونوکسید (CO)
۱۰۱	۶-۸-۳ کربن دی‌اکسید (CO ₂)
۱۰۲	۶-۸-۴ کربن دی‌سولفید (CS ₂)
۱۰۲	۶-۹ ترکیب‌های سیلیسیم
۱۰۳	۶-۱۰ ترکیب‌های ژرمانیم
۱۰۳	۶-۱۱ ترکیب‌های قلع
۱۰۳	۶-۱۲ ترکیب‌های مهم سرب و کاربردهای آنها
۱۰۶	۶-۱۳ پرسش‌ها و تمرین‌های فصل ۶

فصل ۷: اصول استخراج فلزهای (متالورژی)

۱۰۹	۷-۱ وجود فلزها در طبیعت
۱۱۰	۷-۲ تعریف کانی و کانه
۱۱۰	۷-۲-۱ ناخالصی همراه کانه
۱۱۱	۷-۳ ماده کمک ذوب (گداز آور)
۱۱۱	۷-۴ مرحله‌های فرایند استخراج فلزها
۱۱۱	۷-۵ مرحله اول: پریارسازی کانه
۱۱۲	۷-۵-۱ استفاده از تفاوت چگالی نسبی
۱۱۲	۷-۵-۲ جداسازی براساس خواص آهن ربایی
۱۱۳	۷-۵-۳ روش شناورسازی

۷-۵-۴	جداسازی براساس تفاوت دمای ذوب	۱۱۳
۷-۵-۵	جداسازی به روش آلیاژ کردن (روش مغلظه کردن)	۱۱۴
۷-۶	روش‌های جداسازی براساس خواص شیمیایی	۱۱۴
۷-۶-۱	روش بایر	۱۱۴
۷-۶-۲	روش خیساندن	۱۱۴
۷-۶-۳	تبدیل کانه سولفید و کربنات به اکسید فلز	۱۱۵
۷-۷	مرحله دوم: کاهیدن کانه پرعیار شده و به دست آوردن فلز	۱۱۵
۷-۷-۱	استخراج فلز از کانه بدون نیاز به کاهنده	۱۱۵
۷-۷-۲	کاهش کانه اکسید با زغال کک	۱۱۶
۷-۷-۳	کاهش کانه اکسید با فلز فعال	۱۱۶
۷-۷-۴	کاهش کانه اکسیدی با هیدروژن	۱۱۶
۷-۷-۵	کانه هالید فلز با فلز فعال (روش کرول)	۱۱۷
۷-۷-۶	کاهش کانه به روش برقکافت	۱۱۷
۷-۸	پالایش فلز استخراج شده	۱۱۷
۷-۸-۱	روش مایع کردن	۱۱۷
۷-۸-۲	روش تقطیر	۱۱۸
۷-۸-۳	روش پارکتر	۱۱۸
۷-۸-۴	روش موند	۱۱۸
۷-۸-۵	روش وان آرکل	۱۱۸
۷-۸-۶	روش برقکافت	۱۱۹
۷-۹	پرسش‌ها و تمرین‌های فصل ۷	۱۲۰

فصل ۸: بررسی فلزهای گروه ۱ (IA) و کاربردهای آن‌ها

۸-۱	معرفی گروه	۱۲۱
۸-۲	خواص گروهی فلزهای قلیایی	۱۲۲
۸-۳	وجود در طبیعت	۱۲۲
۸-۴	روش استخراج فلزهای قلیایی	۱۲۳
۸-۵	خواص شیمیایی	۱۲۴
۸-۵-۱	واکنش با آب	۱۲۴
۸-۵-۲	واکنش با اکسیژن	۱۲۵
۸-۵-۳	واکنش با نافلزهای دیگر	۱۲۶

۸۵۴	واکنش با آمونیاک مایع	۱۲۶
۸۵۵	واکنش با اتانول (C_2H_5OH)	۱۲۶
۸۶	شناسایی فلزهای قلیایی از روی تغییر رنگ شعله	۱۲۶
۸۷	خاصیت کاهندگی فلزهای قلیایی	۱۲۷
۸۸	کاربردهای مهم فلزهای قلیایی	۱۲۷
۸۹	برخی از ترکیب‌های فلزهای قلیایی و کاربرد آن‌ها	۱۲۷
۸۹-۱	سدیم کلرید یا نمک خوارکی ($NaCl$)	۱۲۷
۸۹-۲	سدیم هیدروکسید ($NaOH$)	۱۲۸
۸۹-۳	سدیم سولفات (Na_2SO_4)	۱۲۸
۸۹-۴	سدیم کربنات (Na_2CO_3)	۱۲۸
۸۹-۵	سدیم هیدروژن کربنات ($NaHCO_3$)	۱۳۰
۸-۹-۶	سدیم سولفیت ($Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$)	۱۳۰
۸-۹-۷	سدیم تیوسولفات ($Na_2S_2O_3$)	۱۳۰
۸-۱۰	پریش‌ها و تمرین‌های فصل ۸	۱۳۱

فصل ۹: بررسی عنصرهای گروه ۲ (IIA) و کاربردهای آن‌ها

۹-۱	معرفی گروه	۱۳۳
۹-۲	خواص گروهی فلزهای قلیایی خاکی	۱۳۳
۹-۳	وجود در طبیعت	۱۳۵
۹-۴	روش استخراج	۱۳۶
۹-۵	خواص شیمیایی فلزهای قلیایی خاکی	۱۳۸
۹-۵-۱	تفاوت خواص بریلیم و منیزیم با فلزهای دیگر گروه	۱۳۹
۹-۵-۲	واکنش با هیدروژن	۱۳۹
۹-۵-۳	واکنش با نافلزهای دیگر	۱۴۰
۹-۵-۴	واکنش با آمونیاک	۱۴۰
۹-۵-۵	واکنش با اسیدها	۱۴۰
۹-۵-۶	واکنش با آب	۱۴۰
۹-۵-۷	واکنش با هالوژن‌ها	۱۴۰
۹-۵-۸	واکنش با اکسیژن	۱۴۱
۹-۶	کاربردهای فلزهای قلیایی خاکی	۱۴۱
۹-۷	مقایسه خواص ترکیب‌های فلزهای قلیایی خاکی با ترکیب‌های فلزهای قلیایی	۱۴۲

- ۹-۸ برخی ترکیب‌های مهم فلزهای قلبایی خاکی و کاربردهای آن‌ها ۱۴۳
- ۹-۹ پرسش‌ها و تمرین‌های آخر فصل ۱۴۵

فصل ۱۰: بررسی عنصرهای گروه ۱۳ (IIIA) و کاربردهای آن‌ها

- ۱۰-۱ معرفی گروه ۱۴۷
- ۱۰-۲ خواص گروهی ۱۴۸
- ۱۰-۳ وجود در طبیعت ۱۴۸
- ۱۰-۴ روش استخراج آلومینیم ۱۴۹
- ۱۰-۵ خواص شیمیایی ۱۵۰
- ۱۰-۶ خصلت آمفوتری اکسید و هیدروکسید فلزهای گروه IIIA ۱۵۲
- ۱۰-۷ کاربردهای مهم فلزهای گروه IIIA ۱۵۲
- ۱۰-۸ برخی ترکیب‌های مهم عنصرهای گروه IIIA و کاربردهای آن‌ها ۱۵۲
- ۱۰-۸-۱ ترکیب‌های یونی ۱۵۳
- ۱۰-۸-۲ ترکیب‌های آلومینیم ۱۵۳
- ۱۰-۸-۳ ترکیب‌های گالیم و تالیم ۱۵۳
- ۱۰-۹ پرسش‌ها و تمرین‌های فصل ۱۰ ۱۵۵

فصل ۱۱: بررسی عنصرهای واسطه و کاربردهای آن‌ها

- ۱۱-۱ معرفی عنصرهای واسطه ۱۵۷
- ۱۱-۲ خواص عمومی فلزهای واسطه ۱۵۷
- ۱۱-۳ فلزهای واسطه دسته d ۱۵۸
- ۱۱-۴ فلزهای واسطه دسته f ۱۵۹
- ۱۱-۴-۱ عنصرهای لانتانوید (ردیف ۴۴) ۱۵۹
- ۱۱-۴-۲ عنصرهای آکتینوید (ردیف ۵۴) ۱۵۹
- ۱۱-۵ ویژگی‌های فلزهای واسطه ۱۶۰
- ۱۱-۵-۱ تنوع عدد اکسایش ۱۶۰
- ۱۱-۵-۲ خواص مکانیکی ۱۶۰
- ۱۱-۵-۳ رسانایی برق و گرما ۱۶۰
- ۱۱-۵-۴ تشکیل ترکیب‌های کمپلکس ۱۶۰
- ۱۱-۵-۵ تشکیل ترکیب‌های رنگی ۱۶۱
- ۱۱-۵-۶ خواص مغناطیسی ۱۶۱
- ۱۱-۵-۷ الکترونگاتیوی و انرژی نخستین یونش ۱۶۲

- ۱۱-۶ واکنش‌های مهم فلزهای واسطه ۱۶۲
- ۱۱-۶-۱ واکنش با بخار آب در دمای بالا ۱۶۲
- ۱۱-۶-۲ واکنش با محلول رقیق سولفوریک اسید و هیدروکلریک اسید (واکنش با H_3O^+) ۱۶۲
- ۱۱-۶-۳ واکنش با محلول سدیم هیدروکسید (یا پتاسیم هیدروکسید) ۱۶۳
- ۱۱-۶-۴ واکنش با محلول غلیظ سولفوریک اسید در گرما ۱۶۳
- ۱۱-۶-۵ واکنش با محلول نیتریک اسید ۱۶۳
- ۱۱-۷ ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۱۶۴
- ۱۱-۷-۱ تعریف ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۱۶۴
- ۱۱-۷-۲ آشنایی با لیگاندها و نام گذاری آن‌ها ۱۶۵
- ۱۱-۷-۳ نام گذاری ترکیب‌های کوئوردیناسیون به روش آیوپاک ۱۶۶
- ۱۱-۸ روش استخراج فلزهای واسطه و کاربردهای مهم آن‌ها ۱۶۸
- ۱۱-۹ بررسی فرایند استخراج آهن و تولید فولاد ۱۶۸
- ۱۱-۹-۱ کانه‌های مهم آهن ۱۶۸
- ۱۱-۹-۲ فرایندهای اولیه استخراج آهن ۱۶۹
- ۱۱-۹-۳ واکنش‌های کوره استخراج آهن ۱۷۰
- ۱۱-۹-۴ روش کاهش مستقیم ۱۷۱
- ۱۱-۱۰ چدن ۱۷۱
- ۱۱-۱۰-۱ انواع چدن ۱۷۲
- ۱۱-۱۰-۲ کاربردهای چدن ۱۷۲
- ۱۱-۱۱ فولاد ۱۷۲
- ۱۱-۱۱-۱ آروش‌های تهیه فولاد ۱۷۲
- ۱۱-۱۱-۲ آروش بسمه ۱۷۲
- ۱۱-۱۱-۳ آروش مارتن ۱۷۳
- ۱۱-۱۱-۴ آروش الکتریکی ۱۷۳
- ۱۱-۱۱-۵ انواع فولاد ۱۷۳
- ۱۱-۱۱-۶ آب دادن فولاد ۱۷۴
- ۱۱-۱۱-۷ کاربردهای مهم فولاد ۱۷۴
- ۱۱-۱۲ فرایند استخراج فلز مس ($29Cu$) ۱۷۴
- ۱۱-۱۲-۱ وجود در طبیعت ۱۷۴
- ۱۱-۱۲-۲ روش استخراج ۱۷۵

- ۱۷۵ ۱۱-۱۲-۳ پرعیاری سازی کانه
- ۱۷۵ ۱۱-۱۲-۴ تهیه مات مس
- ۱۷۶ ۱۱-۱۲-۵ تهیه مس نسبتاً خالص (۹۹/۳ درصد)
- ۱۷۶ ۱۱-۱۲-۶ پالایش الکتریکی مس
- ۱۷۷ ۱۱-۱۲-۷ خواص و کاربردهای مس و ترکیب‌های آن
- ۱۷۷ ۱۱-۱۳ بررسی فرایند استخراج فلز کروم (۲۴Cr)
- ۱۷۷ ۱۱-۱۳-۱ وجود در طبیعت
- ۱۷۸ ۱۱-۱۳-۲ روش استخراج
- ۱۷۸ ۱۱-۱۳-۳ خواص و کاربردهای مهم فلز کروم و ترکیب‌های آن
- ۱۷۹ ۱۱-۱۴ بررسی فرایند استخراج منگنز (۲۵Mn)
- ۱۷۹ ۱۱-۱۴-۱ وجود در طبیعت
- ۱۸۰ ۱۱-۱۴-۲ خواص
- ۱۸۰ ۱۱-۱۴-۳ کاربردهای مهم فلز منگنز
- ۱۸۰ ۱۱-۱۴-۴ ترکیب‌های مهم منگنز و کاربرد آن‌ها
- ۱۸۲ ۱۱-۱۵ بررسی فرایند استخراج فلز نیکل (۲۸Ni)
- ۱۸۲ ۱۱-۱۵-۱ وجود در طبیعت
- ۱۸۲ ۱۱-۱۵-۲ روش استخراج
- ۱۸۳ ۱۱-۱۵-۳ خواص و کاربردهای فلز نیکل
- ۱۸۴ ۱۱-۱۶ بررسی فرایند استخراج فلز روی (۳۰Zn)
- ۱۸۴ ۱۱-۱۶-۱ وجود در طبیعت
- ۱۸۴ ۱۱-۱۶-۲ روش‌های استخراج
- ۱۸۵ ۱۱-۱۶-۳ خواص و کاربردهای مهم فلز روی
- ۱۸۵ ۱۱-۱۶-۴ ترکیب‌های مهم روی و کاربرد آن‌ها
- ۱۸۶ ۱۱-۱۷ بررسی فرایند استخراج فلز تیتان (۲۲Ti)
- ۱۸۶ ۱۱-۱۷-۱ وجود در طبیعت
- ۱۸۶ ۱۱-۱۷-۲ روش استخراج
- ۱۸۶ ۱۱-۱۷-۳ خواص و کاربردهای مهم فلز تیتان و ترکیب‌های آن
- ۱۸۷ ۱۱-۱۸ بررسی فرایند استخراج فلز مولیبدن (۴۲Mo)
- ۱۸۷ ۱۱-۱۸-۱ وجود در طبیعت
- ۱۸۷ ۱۱-۱۸-۲ روش استخراج

۱۸۷	 ۱۱-۱۸۳ خواص فیزیکی
۱۸۷	 ۱۱-۱۸۴ کاربردهای مهم فلز مولیبدن
۱۸۸	 ۱۱-۱۸۵ ترکیب‌های مهم مولیبدن و کاربرد آن‌ها
۱۸۹	 ۱۱-۱۹ تمرین‌ها و پرسش‌های فصل ۱۱
۱۹۲	 پیوست‌ها
۱۹۸	 واژه نامه
۲۰۴	 منابع

www.ketab.ir