

شرایور اتکینز

شیمی معدنی

جلد اول

ویرایش چهارم

○ مفاهیم بنیادی ● شیمی توصیفی عناصر

دکتر مهدی امیرنصر

استاد دانشگاه صنعتی اصفهان



نوپردازن

سرشناسه : شرایور، دووارد، ۱۹۳۴-م. Shriver, Duward F.
 عنوان و نام‌پدیدآور : شیمی معدنی / شرایور، اتکینز [مترجم] مهدی امیرنصر.
 مشخصات نشر : تهران: نوپردازان، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ج.: مصور (بخشی رنگی)، ۲۲×۲۹ س.م.
 شابک : دوره: 978-964-975-156-6؛ ج. ۱: 978-964-975-154-2؛ ج. ۲: 978-964-975-155-9.
 یادداشت : عنوان اصلی: Inorganic Chemistry, 4th ed, 2006
 موضوع : شیمی معدنی — کتاب‌های درسی
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
 شناسه افزوده : اتکینز، پیتر ویلیام، ۱۹۴۰-م. Atkins, Peter William.
 شناسه افزوده : امیرنصر، مهدی، مترجم.
 رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۰ ش ۹۴/۵/۱۵۱/۵ QD
 رده‌بندی دیویی : ۵۴۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۴۹۷۶۳۹

کتاب ○
 شیمی معدنی جلد اول
 تألیف ○
 دووارد شرایور - پیتر ویلیام اتکینز
 ترجمه ○
 مهدی امیرنصر
 ناشر ○
 نوپردازان
 قطع ○
 رحلی
 نویت ○
 اول
 تاریخ ○
 تاریخ: ۱۳۹۰
 نیراز ○
 ۱۷۰۰
 صفحات ○
 ۶۳۲
 شابک ○
 ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۵۴-۲
 شابک دوره ○
 ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۵۶-۶
 قیمت ○
 ۲۳۰۰۰ تومان



نوپردازان

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۲۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مراکز پخش

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی،

پلاک ۷، تلفن: ۱۸ - ۶۶۵۶۶۵۰۹ WWW.Ketabiran.ir

نوپردازان: تهران، خیابان لبافی‌نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸،

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

ناشر مراتب سپاس قدردانی خود را علاوه بر تبریم، نسبت به خانم ها و آقایان زیر
که هر یک به نوعی در خلق اثر همیم بوده اند، بیان می دارد

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| ۱ خدی اسکندری | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۲ سیلابایی | سرپرست حرفه‌ای و صفحه‌پردازی اثر |
| ۳ مرجان تاجداری | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۴ فاطمه حبابی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۵ علی حسن زاده | ناظر فنی چاپ |
| ۶ مصطفی رشودی | ناظر فنی چاپ |
| ۷ پریت رضایی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۸ فرزانه زینی پور | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۹ آسیه مبدائینی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۰ زهرا عبد الهی | حروفین، صفحه‌پرداز |
| ۱۱ فخرالدین قارلغی | ناظر فنی چاپ |
| ۱۲ محمدنسیاسیون مقدس | کرافیت متن، طرح جلد |
| ۱۳ فربه مراب پور | ناظر فنی چاپ |
| ۱۴ محمد رضا ملکی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۵ افشاء سادات میرفرزایی | حروفین، صفحه‌پرداز |
| ۱۶ پریناسادات میرفرزایی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۷ مریم سادات میرفرزایی | سرپرست واحد کرافیت، کرافیت |
| ۱۸ محمد نور | لیتوگراف، شاور چاپ |
| ۱۹ کارکنان | لیتوگرافی نورنگ |
| ۲۰ کارکنان | چاپ و صحافی طرف |
| ۲۱ کارکنان | مرکز بخش کتابسازان و نورپردازان |

پیشگفتار مترجم

ستایش و سپاس ایزد یگانه را که در پرتو لطف و عنایت بیکران او ترجمه‌ی کتاب حاضر میسر گردید. در سال‌های اخیر کتاب‌های شیمی معدنی متعددی تألیف شده و در اختیار دانش‌پژوهان این رشته قرار گرفته است که هر کدام ویژگی‌ها و امتیازهای خاص خود را دارند. مباحث کتاب شیمی معدنی (Inorganic Chemistry) که به‌وسیله‌ی دو تن از نخبگان این رشته، به‌نام‌های P.W. Atkins و D.F. Shriver، به اتفاق چهار تن از همکاران دانشگاهی آن‌ها، به‌نام‌های T. Everlton, J. Rourke, M. Waller, F. Armstrong به رشته‌ی تحریر درآمده، با دقتی زیاد و به‌منظور ارائه‌ی مجموعه‌ای هماهنگ با موضوع تدوین شده است. در حال حاضر این کتاب در بسیاری از دانشگاه‌های معتبر دنیا به‌عنوان کتاب درسی شیمی معدنی استفاده می‌شود.

ترجمه‌ی ویرایش چهارم کتاب شیمی معدنی در دو جلد تدوین شده که جلد اول آن (ترجمه‌ی فصل‌های ۱ تا ۱۷) شامل بررسی مطالب بنیادی و مطالعه‌ی مدون شیمی عناصر است. جلد دوم (ترجمه‌ی فصل‌های ۱۸ تا ۲۶) شیمی کونوردیناسیون و شیمی آلی-فلزی عناصر واسطه به همراه نقش کاتالیتیکی آنها، ساختار و خواص جامدات، شیمی مواد نانو، بیوشیمی معدنی، و اطلاعات اضافی و پیوست‌ها را دربر می‌گیرد. هرچند سعی شده است تا ضمن رعایت امانت در ترجمه، هماهنگی و روانی متن نیز در نظر گرفته شود، ولی با این همه ترجمه‌ی حاضر خالی از نقص نیست. امید است که پیشنهادها و راهنمایی‌های ارزشمند اساتید بزرگوار، همکاران ارجمند و دانشجویان گرامی (فرصت مناسبی برای رفع این کاستی‌ها فراهم آورد. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از همکاری همه‌ی عزیزانی که در به‌ثمر رسیدن این تلاش و چاپ و انتشار این ترجمه همکاری داشته‌اند، به‌ویژه سرکار خانم زهرا عبداللهی و سرکار خانم افسانه سادات میرفخرایی سپاسگزاری نمایم. همچنین، همکاری ارزشمند آقای احمد امیری و خانم‌ها فرزانه فدایی، مهدیه رسولی و مریم باقری را که با جدیت تمام و بردباری به تصحیح متن نایب شده پرداخته‌اند سپاس می‌گویم. به‌علاوه از همسر و همکار عزیزم خانم ثریا مقدادی که در کلیه‌ی مراحل ترجمه‌ی این کتاب با نظرات اصلاحی و همکاری صمیمانه‌ی خود در به‌سامان رساندن این مهم مرا یاری نموده است تشکر می‌نمایم.

مهدی امیرنصر

خزار جبد بکردم که سر عشق بپوشم	نبود بر سر آتش میسرم که بنخوشم
به‌بوش بودم از اول که دل به کس نپارم	شایل تو بدیم نه عقل ماند و نه بپوشم
حکایتی زد دانت به کوش جان آمد	دگر نصیحت مردم حکایت است به کوشم
مکر تو روی پوشی و قند باز نشانی	که من قرار ندادم که دیده از تو بپوشم

سعدی

هدف ما در نوشتن این کتاب ارائه‌ی تصویری مفهومی و جدید از رشته‌ی جذاب و پر از مفاهیم گوناگون شیمی معدنی است. شیمی معدنی در مورد خواص تمامی عنصرهای جدول تناوبی به بررسی می‌پردازد. این عنصرها طیفی از فلزهای بسیار فعال، مانند سدیم، تا فلزهای نجیب، مانند طلا، را در برمی‌گیرند. از آن گذشته، نافلزهای جامد، مایع، و گاز که از معرف اکسیدکننده‌ی قوی فلونور تا گازهای بی‌اثر مانند هلیوم را شامل می‌شوند نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. هرچند که این گوناگونی و گستردگی از ویژگی‌های هر موضوع مورد مطالعه در شیمی معدنی است، ولی الگوها و روندهای منظمی در این ویژگی‌ها می‌توان یافت که به غنا و تقویت درک ما از این رشته کمک می‌کند. وجود این روندهای منظم در واکنش‌پذیری، ساختار، و خواص عنصرها و ترکیب‌های حاصل از آن‌ها به گسترش درک ما از گستره‌ی جدول تناوبی کمک می‌کند و برای این درک پایه و زیربنایی فراهم می‌سازد.

ترکیب‌های معدنی تنوع زیادی دارند و از جامدهای یونی، که توصیف آن‌ها با استفاده از نظریه الکترواستاتیک به‌سادگی ممکن است، تا ترکیب‌های کووالانس و فلزها، که با استفاده از الگوهای مبتنی بر مکانیک کوانتومی توصیف می‌شوند، را در برمی‌گیرند. البته، توجه و تفسیر ویژگی‌های بیشتر ترکیب‌های معدنی با استفاده از الگوهای مبتنی بر مکانیک کوانتومی به‌طور کیفی امکان‌پذیر است، که از آن جمله به استفاده از اوربیتال‌های اتمی و اوربیتال‌های مولکولی حاصل از آن‌ها می‌توان اشاره نمود. مطالب ارائه شده در این کتاب نیز بر الگوهای کیفی پیوند مشابهی پایه‌گذاری شده که بیشتر دانشجویان از شیمی عمومی با آن آشنا هستند. البته، هرچند که الگوهای کیفی پیوند و واکنش‌پذیری به شفاف کردن و به نظم درآوردن موضوع کمک می‌کنند، ولی شیمی معدنی در اصل یک موضوع تجربی است. هر روز زمینه‌های جدیدی از شیمی معدنی مورد جستجو قرار می‌گیرد و ترکیب‌های معدنی جدیدی سنتز و شناسایی می‌شوند. نتیجه‌ی حاصل از این سنتزها به رشد این رشته با وجود ترکیب‌های جدید کمک می‌کند و افق جدیدی از ساختار، پیوند، و واکنش‌پذیری در برابر ما می‌گشاید.

شیمی معدنی تأثیر چشم‌گیری بر زندگی روزمره‌ی ما و رشته‌های علمی دیگر دارد. صنایع شیمیایی نیز به‌شدت به آن وابسته هستند. شیمی معدنی برای تشکیل و گسترش مواد جدید مانند کاتالیست‌ها، نیمه رساناها، وسیله‌های نوری، ابررسانا، و مواد سرامیکی پیشرفته ضروری است. تأثیر شیمی معدنی بر محیط زیست و زمینه‌های زیست‌شناسی نیز بسیار زیاد است. موضوع‌های روز در شیمی صنعتی، شیمی زیستی، و شیمی محیط زیست در این کتاب مورد بحث قرار گرفته و در فصل‌های آخر کتاب به تفصیل بررسی شده‌اند.

در این چاپ جدید تنظیم و ارائه موضوع‌ها و نمایش تصویری مفاهیم به‌شکل بهتری صورت گرفته است. بخش زیادی از کتاب بازنویسی شده و موضوع‌های جدید زیادی به محتوای کتاب افزوده شده است. این کتاب با در نظر گرفتن توان پذیرش دانشجویان و با افزودن ویژگی‌های آموزشی و تقویت جنبه‌های مربوط به انتقال مفاهیم نوشته شده است.

مطالب ارائه شده در بخش اول، تحت عنوان اصول، به گونه‌ای نوشته شده که جنبه‌های کیفی همراه با استدلال ریاضی در اختیار خواننده‌ی کتاب قرار گیرد. فصل جدیدی، زیر عنوان، روش‌های دستگاهی در شیمی معدنی، به کتاب اضافه شده که در آن روش‌های طیف‌سنجی و دستگاهی مورد استفاده در شیمی معدنی برای تشخیص مولکول‌های معدنی ارائه گردیده است.

بخش دوم، زیرعنوان عنصرها و ترکیب‌های آن‌ها، بیشتر گسترش داده شده و برای هر گروه جدول تناوبی فصل جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است. این بخش با هیدروژن آغاز می‌شود و به ترتیب به بررسی فلزهای بلوک-s و بلوک-p می‌پردازد و با عنصرهای بلوک-d و بلوک-f پایان می‌پذیرد. ترکیب‌های آلی فلزی نیز به دلیل اهمیت آنها در شیمی معدنی در این بخش ارائه شده است. خواص شیمیایی هر گروه از عنصرها و ترکیب‌های حاصل از آن‌ها و نیز کاربردهای جدید آن‌ها به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است. الگوها و روندهای مشاهده شده در این خواص بر اساس اصول ارائه شده در بخش اول کتاب نیز مطرح و تشریح شده است.

بخش سوم، افق‌های جدید، خواننده‌ی کتاب را با مرزهای جدید دانش در زمینه‌های مهمی از پژوهش‌های تازه آشنا می‌سازد. در این بخش موضوع‌هایی که در صنعت، ساختن مواد جدید و زیست‌شناسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند، از جمله، کاتالیز واکنش‌ها، مواد نانو، و بیوشیمی معدنی، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

همه‌ی تصویرها و ساختارهای ارائه شده در حاشیه‌ی صفحه‌های کتاب، که نزدیک به ۱۵۰۰ شکل است، دوباره به گونه‌ای کشیده شده که به انتقال مفاهیم کمک نماید.

ما اطمینان داریم که این کتاب به خوبی و به عنوان کتابی مناسب برای دوره کارشناسی از عهده‌ی آموزش لازم برای این دوره برمی‌آید. این کتاب اساس لازم برای ایجاد ساختاری از دانش و درک شیمی معدنی را فراهم می‌نماید. از آن گذشته، در تفسیر و به سامان رساندن جنبه‌های گسترده‌ی شیمی توصیفی به دانشجویان کمک خواهد نمود. همچنین با آشنا ساختن دانشجویان با مرزهای جدید شیمی معدنی فراگیری کاملتر درس‌هایی که در ادامه‌ی تحصیلات خود انتخاب می‌کند را برای او ممکن می‌سازد.

مؤلفان

مهرماه ۲۰۰۵

فهرست‌ها

بخش ۱ مبانی ۱

۱ ساختار اتم ۳

منشاء عناصرها ۴

- ۱-۱ ستنز هسته‌ای عناصرهای سبک ۴
- ۲-۱ ستنز هسته‌ای عناصرهای سنگین ۸
- ۳-۱ طبقه‌بندی عناصرها ۹

ساختار اتم‌های هیدروژن مانند ۱۲

- ۴-۱ اطلاعات طیف‌بینی ۱۳
- ۵-۱ چند اصل از مکانیک کوانتومی ۱۴
- ۶-۱ اوربیتال اتمی ۱۵

اتم‌های چندالکترونی ۲۱

- ۷-۱ نفوذ و پوشش ۲۲
- ۸-۱ اصل بناگذاری ۲۵
- ۹-۱ پارامترهای اتمی ۲۹

منابع خواندنی اضافی ۴۲

- تمرین‌ها ۴۲
- مسئله‌ها ۴۳

۲ ساختار مولکولی و پیوند ۴۵

ساختار لوویس ۴۵

- ۱-۲ قاعده‌ی هشت‌تایی ۴۵
- ۲-۲ ویژگی‌های ساختار و پیوند ۵۲
- ۳-۲ الگوی VSEPR ۵۸

نظریه پیوند والانس ۶۲

- ۴-۲ مولکول هیدروژن ۶۲
- ۵-۲ مولکول‌های دو اتمی جور هسته ۶۳
- ۶-۲ مولکول‌های چند اتمی ۶۴

نظریه‌ی اوربیتال مولکولی ۶۸

- ۷-۲ مقدمه‌ای بر این نظریه ۶۸

۸-۲ مولکول‌های دو اتمی جور هسته ۷۱

۹-۲ مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته ۷۶

۱۰-۲ ویژگی‌های پیوند ۷۸

اوربیتال‌های مولکولی مولکول‌های چند اتمی ۸۱

- ۱۱-۲ ساختن اوربیتال‌های مولکولی ۸۱
- ۱۲-۲ شکل مولکولی بر پایه اوربیتال‌های مولکولی ۸۷

منابع خواندنی اضافی ۹۰

- تمرین‌ها ۹۰
- مسئله‌ها ۹۱

۳ ساختار جامدهای ساده ۹۳

توصیف ساختار جامدها ۹۴

- ۱-۳ سلول واحد و توصیف ساختارهای بلور ۹۴
- ۲-۳ چیدمان فشرده‌ی کره‌ها ۹۷
- ۳-۳ حفره‌های درون ساختارهای فشرده ۱۰۰

ساختار فلزها و آلیاژها ۱۰۱

- ۳-۴ چند نوعی ۱۰۲
- ۵-۳ ساختارهای چیدمان فشرده ۱۰۲
- ۶-۳ چند ریختی فلزها ۱۰۳
- ۷-۳ شعاع اتمی فلزها ۱۰۴
- ۸-۳ آلیاژها ۱۰۵

جامدهای یونی ۱۰۸

- ۹-۳ ساختارهای شاخص جامدهای یونی ۱۰۹
- ۱۰-۳ تفسیر ساختارها ۱۱۶

پارامترهای انرژی پیوندهای یونی ۱۲۰

- ۱۱-۳ انتالپی شبکه و چرخه‌ی بورن هابر ۱۲۱
- ۱۲-۳ محاسبه‌ی انتالپی‌های شبکه ۱۲۲
- ۱۳-۳ مقایسه‌ی اندازه‌های تجربی و نظری انتالپی شبکه ۱۲۴
- ۱۴-۳ معادله‌ی کاپوستینسکی ۱۲۶
- ۱۵-۳ نتایج حاصل از انتالپی‌های شبکه ۱۲۷

ساختارهای الکترونی جامدها ۱۳۲

۱۶-۳ رسانایی جامدهای معدنی ۱۳۳

۱۷-۳ نوارهای حاصل از همپوشانی اوربیتال‌های اتمی ۱۳۳

۱۸-۳ نیمه رسانایی ۱۳۷

منابع خواندنی اضافی ۱۳۹

تمرین‌ها ۱۳۹

مسئله‌ها ۱۴۰

اطلاعات اضافی ۱۴۲

۵ اکسایش و کاهش ۱۸۳

پتانسیل‌های کاهش ۱۸۴

۱-۵ نیم-واکنش‌های ردوکس ۱۸۴

۲-۵ پتانسیل‌های استاندارد ۱۸۵

۳-۵ روندهای موجود در پتانسیل‌های استاندارد ۱۸۷

۴-۵ سری الکتروشیمیایی ۱۹۰

۵-۵ معادله‌ی نرنست ۱۹۰

پایداری ردوکس ۱۹۲

۶-۵ واکنش‌های با آب ۱۹۳

۷-۵ اکسایش آب به کمک اکسیژن جو ۱۹۵

۸-۵ تسهیم نامتناسب و تبدیل به عدد اکسایش مشترک ۱۹۷

۹-۵ اثر تشکیل کمپلکس ۱۹۸

نمایش نموداری داده‌های پتانسیل ۱۹۹

۱۰-۵ نمودارهای لاتیمر ۱۹۹

۱۱-۵ نمودارهای فراست ۲۰۲

۱۲-۵ وابستگی پایداری به pH ۲۰۵

۱۳-۵ نمودار پوربه ۲۰۶

۱۴-۵ آب‌های طبیعی ۲۰۷

استخراج شیمیایی عناصرها ۲۰۹

۱۵-۵ کاهش شیمیایی ۲۰۹

۱۶-۵ اکسایش شیمیایی ۲۱۵

۱۷-۵ استخراج الکتروشیمیایی ۲۱۶

منابع خواندنی اضافی ۲۱۷

تمرین‌ها ۲۱۷

مسئله‌ها ۲۱۹

۶ روش‌های فیزیکی در شیمی معدنی ۲۲۱

روش‌های پراش ۲۲۱

۱-۶ پراش پرتو-X ۲۲۱

۲-۶ پراش نوترون ۲۲۵

طیف‌بینی جذبی ۲۲۶

۳-۶ طیف‌بینی فرابنفش-مرئی ۲۲۶

۴-۶ طیف‌بینی زیر قرمز ورامان ۲۲۸

۴ اسیدها و بازها ۱۴۳

خصالت اسیدی برونستد ۱۴۳

۱-۴ تعادل‌های انتقال پروتون در آب ۱۴۴

۲-۴ همترازسازی حلال ۱۴۹

مشخصه‌های اسیدهای برونستد ۱۵۲

۳-۴ روند تناوبی در قدرت اسیدی اسیدهای آبدار ۱۵۳

۴-۴ اکسو اسیدهای ساده ۱۵۴

۵-۴ اکسیدهای بدون آب ۱۵۷

۶-۴ تشکیل ترکیب‌های پلی‌اکسو ۱۵۹

خصالت اسیدی لوویس ۱۶۱

۷-۴ نمونه‌هایی از اسیدها و بازهای لوویس ۱۶۲

۸-۴ مشخصه‌های گروهی اسیدهای لوویس ۱۶۳

واکنش‌ها و خواص اسیدها و بازهای لوویس ۱۶۸

۹-۴ انواع واکنش‌های بنیادی ۱۶۹

۱۰-۴ اسیدها و بازهای سخت و نرم ۱۷۰

۱۱-۴ پارامترهای ترمودینامیکی خصالت اسیدی ۱۷۴

۱۲-۴ حلال‌ها در نقش اسید و باز ۱۷۴

۱۳-۴ واکنش‌های اسید و باز ناهمگن ۱۷۷

منابع خواندنی اضافی ۱۷۸

تمرین‌ها ۱۷۸

مسئله‌ها ۱۸۰

روش‌های مبتنی بر رزونانس ۲۳۱

۵-۶ رزونانس مغناطیسی هسته ۲۳۱

۶-۶ رزونانس پارامغناطیسی الکترون ۲۳۷

۷-۶ طیف‌بینی موز باور ۲۳۹

روش‌های مبتنی بر یونش ۲۴۰

۸-۶ طیف‌بینی فوتوالکترون ۲۴۱

۹-۶ طیف‌سنجی جرمی ۲۴۲

تجزیه شیمیایی ۲۴۵

۱۰-۶ طیف‌بینی جذب اتمی ۲۴۵

۱۱-۶ تجزیه‌ی عنصری ۲۴۶

۱۲-۶ روش‌های گرمایی ۲۴۷

مغناطیس‌سنجی ۲۴۸

روش‌های الکتروشیمیایی ۲۴۹

روش‌های محاسباتی ۲۵۰

۱۳-۶ روش‌های کار ۲۵۰

۱۴-۶ معرفی نتایج و کاربردها ۲۵۱

منابع خواندنی اضافی ۲۵۲

تمرین‌ها ۲۵۲

مسئله‌ها ۲۵۴

۷ تقارن مولکولی ۲۵۷

مقدمه‌ای بر بررسی تقارن ۲۵۷

۱-۷ عمل‌های تقارن و عنصرهای تقارن ۲۵۷

۲-۷ گروه نقطه‌ای مولکول‌ها ۲۶۰

کاربرد تقارن ۲۶۳

۳-۷ مولکول‌های قطبی ۲۶۴

۴-۷ مولکول‌های کایرال ۲۶۴

تقارن اوربیتال‌ها ۲۶۶

۵-۷ نشان‌های تقارنی و جدول‌های شناسایی ۲۶۶

۶-۷ ترکیب‌های خطی تقارن سازگار ۲۶۹

۷-۷ ساخت اوربیتال‌های مولکولی ۲۷۰

تقارن ارتعاش‌های مولکولی ۲۷۲

۸-۷ بررسی‌های تقارنی ۲۷۲

نمادها ۲۷۷

۹-۷ کاهش یک نماد ۲۷۷

۱۰-۷ عملگرهای تصویر ۲۷۹

منابع خواندنی اضافی ۲۸۰

تمرین‌ها ۲۸۰

مسئله‌ها ۲۸۱

اطلاعات اضافی ۱-۷ نمایش‌های ماتریسی ۲۸۲

۸ مقدمه‌ای بر ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۲۸۵

ساختار و شکل هندسی ۲۸۶

۱-۸ اعداد کوئوردیناسیون پایین ۲۸۷

۲-۸ اعداد کوئوردیناسیون متوسط ۲۸۸

۳-۸ عددهای کوئوردیناسیون بالاتر ۲۹۲

۴-۸ کمپلکس‌های چند فلزی ۲۹۳

لیگاندها و نامگذاری ۲۹۴

۵-۸ لیگاندهای نمونه ۲۹۴

۶-۸ نامگذاری ۲۹۷

ایزومری و کایرالیتی ۲۹۸

۷-۸ کمپلکس‌های مسطح مربعی ۲۹۹

۸-۸ کمپلکس‌های چهار وجهی ۳۰۰

۹-۸ کمپلکس‌های دو هرمی مثلثی و هرم مربعی ۳۰۰

۱۰-۸ کمپلکس‌های هشت وجهی ۳۰۱

۱۱-۸ کایرالیتی لیگاند ۳۰۴

منابع خواندنی اضافی ۳۰۶

تمرین‌ها ۳۰۶

مسئله‌ها ۳۰۷

بخش ۲ عنصرها و ترکیب‌های آنها ۳۰۹

۹ هیدروژن ۳۱۱

عنصر هیدروژن ۳۱۱

- ۱-۹ خواص هسته ۳۱۲
۲-۹ اتم‌ها و یون‌های هیدروژن ۳۱۳
۳-۹ خواص و واکنش‌های دی‌هیدروژن ۳۱۴

- منابع خواندنی اضافی ۳۵۴
تمرین‌ها ۳۵۴
مسئله‌ها ۳۵۴

ترکیب‌های هیدروژن ۳۱۹

- ۴-۹ ترکیب‌های مولکولی ۳۱۹
۵-۹ هیدریدهای نمکی ۳۲۵
۶-۹ هیدریدهای فلزی ۳۲۶

۱۱ عنصرهای گروه ۲ ۳۵۷

عنصرها ۳۵۷

- ۱-۱۱ وجود در طبیعت و استخراج ۳۵۸
۲-۱۱ کاربردها ۳۶۰

پایداری، سنتز و واکنش‌ها ۳۲۸

- ۷-۹ پایداری ۳۲۹
۸-۹ سنتز ۳۳۰
۹-۹ واکنش‌ها ۳۳۱

ترکیب‌های ساده ۳۶۲

- ۳-۱۱ هیدریدها ۳۶۲
۴-۱۱ هالیدها ۳۶۳
۵-۱۱ اکسیدها و هیدروکسیدها ۳۶۴
۶-۱۱ کاربیدها ۳۶۶
۷-۱۱ نمک‌های اکسواسیدها ۳۶۷
۸-۱۱ قابلیت انحلال و آبپوشی ۳۶۹

منابع خواندنی اضافی ۳۳۳

- تمرین‌ها ۳۳۴
مسئله‌ها ۳۳۴

۱۰ عنصرهای گروه ۱ ۳۳۷

عنصرها ۳۳۷

- ۱-۱۰ وجود در طبیعت و استخراج ۳۳۹
۲-۱۰ کاربرد عنصرها و ترکیب‌های آنها ۳۴۰

ترکیب‌های کوئوردیناسیون و آلی فلزی ۳۷۰

- ۹-۱۱ ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۳۷۱
۱۰-۱۱ ترکیبات آلی فلزی ۳۷۱

منابع خواندنی اضافی ۳۷۳

- تمرین‌ها ۳۷۳
مسئله‌ها ۳۷۴

ترکیب‌های ساده ۳۴۱

- ۳-۱۰ هیدریدها ۳۴۲
۴-۱۰ هالیدها ۳۴۲
۵-۱۰ اکسیدها و ترکیب‌های وابسته ۳۴۴
۶-۱۰ هیدروکسیدها ۳۴۵
۷-۱۰ ترکیب‌های اکسواسیدها ۳۴۶
۸-۱۰ نیتریدها ۳۴۸
۹-۱۰ قابلیت انحلال و آبپوشی ۳۴۹
۱۰-۱۰ محلول‌های آمونیاکی ۳۴۹

۱۲ عنصرهای گروه ۱۲ ۳۷۵

عنصرها ۳۷۵

- ۱-۱۲ وجود در طبیعت و استخراج ۳۷۷
۲-۱۲ کاربردها ۳۷۸

ترکیب‌های ساده‌ی بور ۳۷۹

- ۳-۱۲ هیدریدهای ساده‌ی بور ۳۷۹
۴-۱۲ تری‌هالیدهای بور ۳۸۳
۵-۱۲ ترکیب‌های اکسیژن‌دار بور ۳۸۶
۶-۱۲ ترکیب‌های بور با نیتروژن ۳۸۷

ترکیب‌های کوئوردیناسیون و آلی فلزی ۳۵۰

- ۱۱-۱۰ ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۳۵۱
۱۲-۱۰ ترکیب‌های آلی فلزی ۳۵۲

ترکیب‌های خوشه‌ای بور ۳۹۰

۷-۱۲ بوریدهای فلزی ۳۹۰

۸-۱۲ بوران‌های و بوروهیدریدهای بالاتر ۳۹۱

۹-۱۲ متالوبوران‌ها ۳۹۹

۱۰-۱۲ کربوران‌ها ۴۰۰

۱۱-۱۳ کاریدها ۴۳۶

۱۲-۱۳ سیلیسیدها ۴۳۹

ترکیب‌های گسترده اکسیژن-سیلیکون ۴۳۹

۱۳-۱۳ آلومینوسیلیکات‌ها ۴۳۹

ترکیب‌های اورگانوسیلیکون ۴۴۵

ترکیب‌های آلی فلزی ۴۴۶

منابع خواندنی اضافی ۴۴۸

تمرین‌ها ۴۴۸

مسئله‌ها ۴۴۹

ترکیب‌های آلومینیم تا آلیم ۴۰۲

۱۱-۱۲ هیدریدهای آلومینیم و گالیم ۴۰۲

۱۲-۱۲ هالیدها ۴۰۳

۱۳-۱۲ ترکیب‌های آکسو ۴۰۶

۱۴-۱۲ نمک‌های اکسوسیدها ۴۰۷

۱۵-۱۲ سولفیدها ۴۰۷

۱۶-۱۲ ترکیب‌هایی با عنصرهای گروه ۱۵ ۴۰۸

۱۴ عنصرهای گروه ۱۵ ۴۵۱

عنصرها ۴۵۱

۱-۱۴ وجود در طبیعت و استخراج ۴۵۳

۲-۱۴ کاربردها ۴۵۵

۳-۱۴ فعال‌سازی نیتروژن ۴۵۷

ترکیب‌های آلی فلزی ۴۰۸

۱۷-۱۲ ترکیب‌های اورگانوبوران ۴۰۹

۱۸-۱۲ ترکیب‌های اورگانوآلومینیم ۴۰۹

منابع خواندنی اضافی ۴۱۰

تمرین‌ها ۴۱۰

مسئله‌ها ۴۱۱

ترکیب‌های ساده ۴۵۸

۴-۱۴ ترکیب‌های دوتایی ۴۵۹

۵-۱۴ آزیدها ۴۶۰

۶-۱۴ هیدریدها ۴۶۱

۷-۱۴ هالیدها ۴۶۶

۸-۱۴ اکسوهالیدها ۴۶۸

۹-۱۴ اکسیدها و اکسوانیون‌ها نیتروژن ۴۶۹

۱۰-۱۴ ترکیب‌های اکسیژن‌دار فسفر، آرسینک، آنتیموان،

بیسموت ۴۷۶

۱۱-۱۴ فسفازین‌ها ۴۸۰

۱۳ عنصرهای گروه ۱۴ ۴۱۳

عنصرها

۱-۱۳ وجود در طبیعت و استخراج آنها ۴۱۵

۲-۱۳ کاربرد ۴۱۵

۳-۱۳ الماس و گرافیت ۴۱۶

۴-۱۳ شکل‌های دیگر کربن ۴۱۹

ترکیب‌های ساده ۴۲۲

۵-۱۳ هیدریدها ۴۲۲

۶-۱۳ ترکیب‌های هالوژن‌دار ۴۲۴

۷-۱۳ ترکیب‌های کربن با اکسیژن و گوگرد ۴۲۸

۸-۱۳ ترکیب‌های ساده سیلیکون با اکسیژن ۴۳۲

۹-۱۳ اکسیدهای ژرمنیم، قلع و سرب ۴۳۴

۱۰-۱۳ ترکیب‌های نیتروژن‌دار ۴۳۵

ترکیب‌های آلی فلزی ۴۸۱

۱۲-۱۴ حالت اکسایش +۳ ۴۸۲

۱۳-۱۴ حالت اکسایش +۵ ۴۸۴

منابع خواندنی اضافی ۴۸۴

تمرین‌ها ۴۸۵

مسئله‌ها ۴۸۶

۱۵ عنصرهای گروه ۱۶ ۴۸۷

عنصرها ۴۸۷

۱-۱۵ وجود در طبیعت، استخراج، و کاربرد عنصرها ۴۸۸

ترکیب‌های ساده ۴۹۴

۲-۱۵ هیدریدها ۴۹۴

۳-۱۵ هالیدها ۴۹۹

۴-۱۵ اکسیدها ۵۰۱

۵-۱۵ اکسواسیدهای گوگرد ۵۰۵

۶-۱۵ اکسیدفلزها ۵۱۲

۷-۱۵ سولفید، سلیند، تلورید، و پولونید فلزها ۵۱۳

ترکیب‌های حلقوی و خوشه‌ای ۵۱۴

۸-۱۵ پلی‌آنیون‌ها ۵۱۴

۹-۱۵ پلی‌کاتیون‌ها ۵۱۵

۱۰-۱۵ ترکیب‌های گوگرد-نیتروژن ۵۱۶

منابع خواندنی اضافی ۵۱۷

تمرین‌ها ۵۱۷

مسئله‌ها ۵۱۸

۱۶ عنصرهای گروه ۱۷ ۵۱۹

عنصرها ۵۱۹

۱-۱۶ وجود در طبیعت، استخراج، و کاربرد ۵۲۱

۲-۱۶ روند موجود در خواص ۵۲۳

۳-۱۶ شبه‌هالوژن‌ها ۵۲۸

ترکیب‌های بین‌هالوژنی ۵۲۹

۴-۱۶ خواص فیزیکی و ساختار ۵۲۹

۵-۱۶ خواص شیمیایی ۵۳۱

۶-۱۶ ترکیب‌های بین‌هالوژنی کاتیونی ۵۳۲

۷-۱۶ کمپلکس‌های هالوژنی و پلی‌هالیدها ۵۳۲

ترکیب‌های اکسیژن‌دار ۵۳۴

۸-۱۶ هالوژن اکسیدها ۵۳۵

۹-۱۶ اکسواسیدها و اکسوانیون‌ها ۵۳۷

۱۰-۱۶ جنبه‌های ترمودینامیکی واکنش‌های ردوکس ۵۳۸

۱۱-۱۶ روند موجود در سرعت واکنش‌های ردوکس ۵۴۰

۱۲-۱۶ خواص ردوکس در هریک از حالت‌های اکسایش ۵۴۱

فلوئوروکربن‌ها ۵۴۶

منابع خواندنی اضافی ۵۴۸

تمرین‌ها ۵۴۸

مسئله‌ها ۵۴۹

۱۷ عنصرهای گروه ۱۸ ۵۵۱

عنصرها ۵۵۱

۱-۱۷ وجود در طبیعت و استخراج ۵۵۲

۲-۱۷ کاربردها ۵۵۳

ترکیب‌های این عنصرها ۵۵۴

۳-۱۷ سنتز و ساختار فلوئوریدهای زنون ۵۵۴

۴-۱۷ واکنش‌های فلوئوریدهای زنون ۵۵۵

۵-۱۷ ترکیب‌های زنون-اکسیژن ۵۵۶

۶-۱۷ ترکیب‌های آلی زنون ۵۵۷

۷-۱۷ ترکیب‌های کونوردیناسیون ۵۵۸

۸-۱۷ ترکیب‌های دیگر گازهای نجیب ۵۵۹

منابع خواندنی اضافی ۵۶۰

تمرین‌ها ۵۶۰

مسئله‌ها ۵۶۰

پیوست ۱: شعاع یونی (برحسب پیکومتر، pm) ۵۶۱

پیوست ۲: خواص الکترونیکی عنصرها ۵۶۳

پیوست ۳: پتانسیل‌های استاندارد ۵۶۵

پیوست ۴: جدول‌های شناسایی ۵۷۸

پیوست ۵: اوربیتال‌های تقارن سازگار ۵۸۳

پیوست ۶: نمودارهای تانابی-سوغانو ۵۸۷

پاسخ به پرسش‌های خودآزمایی و تمرین‌ها ۵۹۱

واژه‌نامه ۶۰۳

فهرست نمایه ۶۰۵

Ac	CH ₃ CO acetyl,	آستیل
acac	acetylacetonato	آستیل آستوناتو
aq	aqueous solution species	گونه‌های موجود در محلول آبی
bipy	2,2'-bipyridine	۲ و ۲'-بی‌پیریدین
bn	2,3-butanediamine	۲ و ۳-بوتان‌دی‌آمین
cod	1,5-cyclooctadiene	۵ و ۸-سیکلو اکتادیان
cot	cyclooctatetraene	سیکلو اکتاتتران
Cy	cyclohexyl	سیکلو هگزیل
Cp	cyclopentadienyl	سیکلو پنتادی‌نیل
Cp*	pentamethylcyclopentadieny	پتامتیل سیکلو پنتادی‌نیل
cyclam	tetraazacyclotetradecane	ترا آزا سیکلو ترا دکان
dien	diethylenetriamine	دی اتیلن تری آمین
DMSO	dimethylsulfoxide	دی متیل سولفو کسید
DMF	dimethylformamide	دی متیل فرمامید
η	hapticity	هپتیسیته
edta	ethylenediaminetetraacetato	اتیلن دی آمین تترا آستاتو
en	ethylenediamine (1,2-diaminoethane)	اتیلن دی آمین (۱ و ۲-دی آمینو اتان)
Et	ethyl	اتیل
gly	glycinato	گلیسیناتو
Hal	halide	هالید
ⁱ Pr	isopropyl	ایزوپروپیل
KCP	K ₂ P(CN) ₄ BrO ₃ ·3H ₂ O	یک لیگاند
L	a ligand	نشانه‌ی لیگاند
μ	signifies a bridging ligand	یک فلز
M	a metal	متیل
Me	methyl	مزیتیل (۲، ۴، ۶-تری متیل فنیل)
mes	mesityl, 2,4,6-trimethylphenyl	گونه‌ی اکسید شده
Ox	an oxidized species	اکسالانو
ox	oxalate	فنیل
Ph	phenyl	فنا ترو لین
phen	phenanthroline	پیریدین
py	pyridine	پیرازین
pyz	pyrazine	حلال، یا مولکول حلال
Sol	solvent, or a solvent molecule	گونه‌های موجود در محلول ناآبی
soln	nonaqueous solution species	ترشباری بوتیل
^t Bu	tertiary butyl	ترا هیدرو فوران
THF	tetrahydrofuran	۱، ۳، ۴، ۵-تترامتیل اتیلن دی آمین
TMEDA	N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine	۲، ۳، ۲'-تری آمینو تری اتیلن
trien	2,2',2''-triaminotriethylene	یک هالوزن، گروه ترک کننده یا آنیون
X	generally halogen,	زایلیل (۲، ۶-دی متیل فنیل)
Xyl	xylyl, 2,6-dimethylpheneyl	گروه وارد شوند
Y	an entering group	

خلاصه از فهرست

بخش ۱ مبانی ۱

۱	ساختمان ۳
۲	ساختمان مولکولی و پیوند ۴۵
۳	ساختمان جامدهای ساده ۹۳
۴	اسیدها و بازها ۱۴۳
۵	اکسایش و کاهش ۱۸۳
۶	روش‌های فیزیکی در شیمی معدنی ۲۲۱
۷	تقارن مولکولی ۲۵۷
۸	مقدمه‌ای بر ترکیب‌های کوئوردیناسیون ۲۸۵

بخش ۲ عنصرها و ترکیب‌های آنها ۳۰۹

۹	هیدروژن ۳۱۱
۱۰	عنصرهای گروه ۱ ۳۳۷
۱۱	عنصرهای گروه ۲ ۳۵۷
۱۲	عنصرهای گروه ۱۳ ۳۷۵
۱۳	عنصرهای گروه ۱۴ ۴۱۳
۱۴	عنصرهای گروه ۱۵ ۴۵۱
۱۵	عنصرهای گروه ۱۶ ۴۸۷
۱۶	عنصرهای گروه ۱۷ ۵۱۹
۱۷	عنصرهای گروه ۱۸ ۵۵۱