

○ مارتین سیلبربرگ

اصول شیمی عمومی

جلد ۲

دکتر مجید میر محمد صادقی

دکتر غلامعباس پارسا فر

دکتر محمد رضا سعیدی



نوپردازان

سرشناسه
 سیلبربرگ، مارتین استوارت، ۱۹۴۵ - م
 Silberman, Martin S. (Martin Stuart)
 عنوان و نام پدیدآور : اصول شیمی عمومی / مارتین سیلبربرگ؛ [ترجمه] مجید میرمحمدصادقی، غلامعباس پارسا، محمد رضا سعیدی.
 مشخصات نشر : تهران : نور دازان، ۱۳۸۹.
 مشخصات ظاهری : ج. : مصور (رنگی) : جدول.
 شابک : دوره: 9-978-964-975-139-9؛ ج. ۱: 5-978-964-975-137-5؛ ج. ۲: 2-978-964-975-138-2
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : عنوان اصلی: Principles general chemistry, 2th ed
 موضوع : شیمی -- راهنمای آموزشی
 شناسه افزوده : میرمحمدصادقی، مجید. ۱۳۲۲. مترجم
 شناسه افزوده : پارسا، غلامعباس. ۱۳۳۱. مترجم
 شناسه افزوده : سعیدی، محمد رضا. ۱۳۲۳. مترجم
 رده بندی کنگره : ۱۳۸۹ ش ۹۴/س ۱/۲ QD۳۱
 رده بندی دیویی : ۵۴۰
 شماره کتابشناسی ملی : ۱۹۵۰۱۶۱

کتاب	اصول شیمی عمومی جلد دوم
تالیف	مارتن سلبربرگ
ترجمه	مجید میر محمد صادقی - غلامعباس پارسا فر - محمدرضا سعیدی
ناشر	نوپردازان
قطع	رحلی
نوبت	اول
تاریخ	پاییز ۱۳۹۰
تیراژ	۱۷۰۰
صفحات	۶۰۸
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۳۸-۲
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۳۹-۹
قیمت	۱۱۰۰۰ تومان

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ 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 لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸،

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

ناشر مراتب سپاس قدر دانی خود را علاوه بر مترجمان، نسبت به خانم با و آقایان زیر

که هر یک به نوعی در خلق اثر محکم بوده اند، بیان می دارد

- | | | |
|----|------------------------|-----------------------------------|
| ۱ | سیلابابایی | سرپرست حروفچینی و صفحه پردازی اثر |
| ۲ | مرحان تاجداری | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۳ | فاطمه حسابی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۴ | علی حسن زاده | ناظر فنی چاپ |
| ۵ | مریم دادودی | حروفچین، صفحه پرداز |
| ۶ | مصطفی روشندی | ناظر فنی چاپ |
| ۷ | پرستار صیالی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۸ | فرزانه زینی پور | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۹ | غسله الدین قارلقی | ناظر فنی چاپ |
| ۱۰ | مهندس هسایون مقدس | کرافیت منول، طرح جلد |
| ۱۱ | فرید مراب پور | ناظر فنی چاپ |
| ۱۲ | محمد رضا ملکی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۳ | افسانه سادات میرفخرانی | حروفچین، صفحه پرداز |
| ۱۴ | پریم سادات میرفخرانی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۵ | مریم سادات میرفخرانی | سرپرست واحد کرافیت، کرافیت |
| ۱۶ | محمد نور | لیتوگراف، شادور چاپ |
| ۱۷ | کارکنان | لیتوگرافی نورکس |
| ۱۸ | کارکنان | چاپ و صحافی طرف |
| ۱۹ | کارکنان | مراکز بخش کتابیران و نورپردازان |

حذف گردیده است (به جز چند عنوان که در فصل الکتروشیمی گنجانده شده است).

کتاب اصول شیمی عمومی از جنبه های آموزشی و پرورشی غنی است. ویرایش جدید کتاب، این فرصت را در اختیار قرار داده که جنبه های آموزشی و پرورشی را تقویت کنیم. در این ویرایش، زمینه های متعددی از شیمی که به سرعت تغییر یافته اند مورد بازنگری قرار گرفته و به روز شده اند، و جنبه های آموزشی جدید اضافه شده است. ولی، بیشترین تغییر شاید در قسمت مسایل نمونه حل شده و مسایل انتهایی هر فصل می باشد که در آنها از صحنه های مولکولی ساده استفاده شده تا مفاهیم کمی را بهتر آموزش دهند.

کتاب طوری تنظیم شده که نوآوری در ترتیب عناوین را امکان پذیر می سازد. برای مثال، موازنه کردن واکنش های ردوکس (از روش نیم واکنش در الکتروشیمی) در فصل ۲۱ آورده شده، ولی می توان به آسانی زودتر، همراه با جنبه های دیگر واکنش های اکسایش-کاهش (فصل ۴)، در صورت تمایل ارائه کرد. بعضی از فصل ها را نیز می توان با ترتیب های متفاوتی آموزش داد. برای مثال، گازها (فصل ۵) را می توان در همان فصل کتاب تدریس کرد تا به نحوه مدل سازی ریاضی به رفتار فیزیکی پی ببرد یا بدون آن دست دادن پیوستگی، درست قبل از مایعات و جامدات (فصل ۱۲) ارائه کرد تا اثر نیروهای بین مولکولی بر سه حالت ماده را نشان داد. در واقع، براساس پیش زمینه دانشجوی، بیشتر مدرسين فصل ها را جابه جا می کنند. برای مثال، شیمی توصیفی (فصل ۱۴) و شیمی آلی (فصل ۱۵) را در مکان مرسوم تر، انتهای درس، ارائه می کنند.

در ویرایش دوم، در بعضی از فصل ها تغییرات جزئی در محتوی صورت گرفته است. ولی، چند بخش، و یک فصل کامل، به طور قابل ملاحظه ای مورد بازنگری قرار گرفته اند. تغییرات عمده به صورت زیر می باشند:

- در فصل ۳ از جداول واکنش برای مسایل استیوکیومتری شامل واکنشگرهای محدودکننده استفاده شده است. جدول های مشابهی در مسایل تعادلی مورد بهره برداری قرار گرفته اند.
- فصل ۱۶ مبحث به روز شده ای را در مورد کاتالیزورها ارائه می نماید که در تخریب لایه ازن و استرانسفر مورد استفاده واقع می شود.
- فصل ۱۹ مبحث جدیدی را در مورد بافری کردن و کاربرد آن در رابطه با باران اسیدی ارائه می دهد.

همانند علم شیمی، کتاب های درسی که استادان و دانشجویان برای تدریس انتخاب می کنند، در حال تحول و تکامل می باشند. بررسی ها نشان می دهد که بعضی استادان کتابی را ترجیح می دهند که به صورت هدفمند به اصول اساسی و مهارت ها بپردازد. یک چنین کتابی به استاد اجازه می دهد تا درس خود را به عناری که به رشته دانشجویان مربوط می شود اختصاص دهد. نکته مهمی آن که، در فصل ها و مطالب کتاب باید طوری تنظیم شده باشد که بتوان آن را به آسانی در یک سال (دو ترم) تحصیلی تدریس کرد.

مطالب و تغییرات انجام شده در این ویرایش را به سه نفر از استادان به عنوان ویراستاران، مورد بررسی دقیق قرار داده اند. کتاب حاضر دارای ویژگی های زیر است:

۱. تجسم مدل های شیمیایی، در اکثر مباحث، با استفاده از مدل های شیمیایی، مفاهیم ابتدا در سطح ماکروسکوپی و سپس از نقطه نظر مولکولی مورد بررسی قرار گرفته است.
۲. تفکر منطقی در حل مسایل، نحوه برخورد با مسایل بر یک روش چهار مرحله ای که مورد تأیید اکثر مدرسين قرار گرفته، بنا نهاده شده است و در فصل یک معرفی شده و در سایر فصل ها مورد استفاده قرار گرفته است. این روش دانشجویان را تشویق می کند که ابتدا یک برخورد منطقی با مسئله داشته باشد و سپس به حل ریاضی آن بپردازد. یک مرحله کنترل، که اکثر مدرسين آنها را پیشنهاد کرده اند، این روش را در دانشجوی پرورش می دهد که منطقی بودن جواب مسئله را مورد بررسی قرار دهد. به منظور تمرین و تقویت بیشتر، به دنبال هر مسئله، یک مسئله تکمیلی ارائه شده که پاسخ خلاصه آن در انتهای فصل آورده شده است.
۳. به کارگیری ایده ها در دنیای واقعی. دانشجویان زمان حاضر، که از میان زمینه های متعدد شیمی به یک رشته روی می آورند به خوبی با مباحث کتاب درگیر می شوند و با سناریوهای دنیای واقعی که در اکثر مسایل نمونه حل شده و مسایل انتهایی کتاب ظاهر شده، مواجه می گردند. ویراستاران و خودم احساس می کردیم که چند موضوع، با اینکه زمینه های مهمی در پژوهش های جدید می باشند، از مطالب بنیادی شیمی عمومی نیستند. این عناوین شامل کلئیدها، شیمی سبز، و بعضی مطالب پیشرفته اند. به علاوه، فصل های مربوط به شیمی توصیفی، شیمی آلی، و عناصر واسطه تا حد زیادی فشرده شده اند، و فصل مربوط به جداسازی صنعتی عناصر

○ فصل ۲۰ به طور کامل مورد بازنگری قرار گرفته تا به طور هنرمندانه، با ارائه ایده‌های کلیدی، مبحث آنتروپی را ساده‌تر می‌سازد.

○ فصل ۲۱ به طور کامل بازنگری شده تا به دقت ایده‌های جدید در شیمی هسته‌ای را منعکس سازد.

بخش کاملاً جدیدی موسوم به «این طور فکر کنید...» شبیه‌سازی‌های ساده و مانوس را برای درک مفاهیم مشکل (مانند «توزیع احتمال شعاعی» سیب‌های اطراف درخت)، کمیت‌های تعجب‌آور (مانند اندازه نسبی اتم و هسته)، راه ساده‌ای برای حفظ کردن (مانند کدام واکنش در کدام الکترود رخ می‌دهد)، و نگرش جدید به ایده‌های کلیدی (مانند تشابه بین محلول اشباع و سیستم مایع-بخار) فراهم می‌سازد.

بعضی از کتاب‌های درسی شیمی، از مسایل صفحه مولکولی در انتهای هر فصل استفاده می‌کنند، ولی، در این مسایل هیچ کوششی در جهت اینکه این صفحه‌ها چه استدلالی در حل مسئله ارائه می‌دهند، به عمل نیامده است. در ویرایش اول، پنج مسئله نمونه حل شده، با استفاده از صفحه مولکولی، معرفی شده‌اند و در آنها از همان نحوه برخورد چند مرحله‌ای در حل

مسایل استفاده گردید. استفاده از این روش از طرف دانشجویان و مدرسین بازتاب بسیار مثبتی داشتند است. لذا، در این ویرایش، ۱۷ مسئله نمونه دیگر از این نوع اضافه گردیده است. با در نظر گرفتن اینکه به دنبال هر مسئله نمونه، یک مسئله تکمیلی هم ارائه می‌شود، جمعاً ۴۴ مسئله صفحه مولکولی آورده شده که منبع بسیار غنی برای یادگیری مفاهیم کمی با استفاده از مدل‌های شیمیایی ساده را در اختیار می‌گذارد.

در این ویرایش، کوشش به عمل آمده تا مسایل جدید مربوط به نیازهای آموزشی و کاربردهای واقعی ارائه گردند. در این ویرایش، مسایل متعددی مورد بازنگری قرار گرفته و ۱۲۵ مسئله کاملاً جدید به مسایل انتهای هر فصل اضافه شده است. از این تعداد، ۸۵ عدد مربوط به مسایل صفحه مولکولی می‌باشند که با در نظر گرفتن ۵۰ مسئله در ویرایش اول، تمرین بسیار خوبی را در استفاده از روش تجسم در حل مسایل شیمی در اختیار قرار می‌دهد. مسایل جدید نزدیک به واقعیت، به روز شده‌اند و بخش‌های مربوط به بیولوژی، محیط زیست، آلی، مهندسی، و صنعتی را در برمی‌گیرند.

به نام آن که جان را حکمت آموخت

پیشگفتار مترجمین

خدا را سپاس می‌گوییم که توفیق عنایت فرمود تا کتاب اصول شیمی عمومی را در دو جلد ترجمه و به علاقمندان تقدیم نماییم.

شیمی عمومی درسی کلیدی است که فراگیری آن نه تنها برای دانشجویان شیمی، بلکه برای کلیه دانشجویان علوم پایه، مهندسی، کشاورزی، داروسازی، و پزشکی ضروری است. به همین دلیل، یک دوره کامل آن همراه با آزمایشگاه برای رشته‌های ذکر شده در تمام دانشگاه‌های معتبر دنیا تدریس می‌شود. ویژگی‌های این کتاب، که ما را بر آن داشت تا به ترجمه آن همت گماریم، عبارتند از:

۱. با توجه به مطالب و سطح کتب دبیرستانی، مطالب ارائه شده در این کتاب منبع بسیار مناسبی برای ادامه آن مطالب برای دانشجویان سال اول دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور می‌باشد.

۲. نویسنده با نگاهی کاملاً نو مطالب را تدوین و از زوایای متفاوت بررسی نموده است تا هم دانشجویان را به خواندن آن ترغیب کند و هم اطمینان حاصل شود که مطالب به خوبی درک شده و به کج فهمی منجر نگردیده است. این زوایا شامل تفسیرها، تصاویر جذاب و مناسب، حل مسایل نمونه و مسایل تکمیلی و ارائه راه حل آنها در انتهای هر فصل می‌باشد.

۳. برای هر مطلب پیچیده یک شبهه‌سازی ساده تحت عنوان «این طور فکر کنید» ارائه شده است تا یک مفهوم پیچیده به سہولت درک شود.

۴. توضیحات مفصل و تکمیلی در زیرنویس اکثر شکل‌ها آورده شده است تا علاوه بر برداشت تصویری نکات مفهومی مربوطه به‌طور همزمان در ذهن خواننده شکل گیرد.

۵. سعی فراوان به عمل آمده تا مطالب به صورت مفهومی و بر مبنای شناخت مولکولی ماده ارائه شود تا دانشجو نیاز چندانی به حفظ کردن آنها نداشته باشد.

با وجود این که تلاش شده است با حفظ امانت در برگردان متن، مطالب به صورت روان و سلیس ارائه گردد، اعتقاد داریم که ترجمه عاری از اشکال نیست. به همین دلیل از انتقادات و راهنمایی‌های اساتید محترم، معلمین، دانشجویان، و سایر علاقمندان به گرمی استقبال می‌کنیم و از نقطه نظرات سازنده آنها در ویرایش‌های بعدی استفاده خواهیم کرد.

از آقای دکتر گهواره مدیر محترم مؤسسه نوپردازان و کارکنان پرتلاش این مؤسسه که با مساعدت و دقت نظر خود امکان چاپ کتاب را فراهم ساختند، تشکر می‌کنیم.

دکتر مجید میرمحمدصادقی

دکتر غلامعباس پارسا فر

دکتر محمدرضا سعیدی

فهرست مطالب

فصل ۱۲

خواص محلول‌ها ۱

- ۱-۱۲ انواع محلول‌ها: نیروهای بین مولکولی و حلالیت ۳
- نیروهای بین مولکولی ۳
- محلول‌های مایع و نقش فطیبت مولکول ۵
- محلول‌های گازی و جامد ۸
- ۲-۱۲ چرا مواد حل می‌شوند: درک کردن فرآیند تشکیل محلول ۹
- گرمای محلول و چرخه تشکیل محلول ۱۰
- گرمای آبیوشی: جامدات یونی در آب ۱۰
- فرآیند تشکیل محلول و تغییر آنتروپی ۱۲
- ۳-۱۲ انحلال‌پذیری به عنوان یک فرآیند تعادلی ۴
- اثر دما بر حلالیت ۱۶
- اثر دما بر فشار ۱۷
- ۴-۱۲ روش‌های کمی برای بیان غلظت ۱۹
- مولاریته و مولالیه ۱۹
- بخش حل‌شونده بر بخش محلول ۲۰
- تبدیل واحدهای غلظت به یکدیگر ۲۲
- ۵-۱۲ خواص جمعی محلول‌ها ۲۴
- خواص جمعی غیرالکترولیت‌های غیرفرار ۲۵
- استفاده از خواص جمعی برای به دست آوردن جرم مولی حل‌شونده ۳۱
- خواص جمعی محلول‌های غیرالکترولیت فرار ۳۲
- خواص جمعی محلول‌های الکترولیت قوی ۳۳
- مسئله ۳۷

فصل ۱۴

عناصر گروه‌های اصلی: به کارگیری اصول پیوند و ساختار ۴۵

- ۱-۱۴ هیدروژن، ساده‌ترین اتم ۴۶
- برجستگی‌های شیمی هیدروژن ۴۷
- ۲-۱۴ گروه ۱A (۱): فلزات قلیایی ۴۷
- خواص فیزیکی غیرعادی فلزات قلیایی ۴۸
- واکنش‌پذیری شدید فلزات قلیایی ۴۸
- رفتار غیر عادی عناصر تناوب دوم ۵۰
- ۳-۱۴ گروه 2A (2): فلزات قلیایی خاکی ۵۰
- خواص فیزیکی فلزات قلیایی خاکی چگونه با فلزات قلیایی قابل مقایسه‌اند؟ ۵۱
- چگونه خواص شیمیایی فلزات قلیایی خاکی و قلیایی مقایسه می‌شوند؟ ۵۱
- ارتباط قطری ۵۲
- نگاه به عقب و جلو: گروه‌های 1A (1)، 2A (2) و 3A (13) ۵۲
- ۴-۱۴ گروه 3A (13): خانواده نیتروژن ۵۲
- عناصر واسطه چگونه بر خواص گروه 3A (13) اثر می‌گذارند؟ ۵۲
- چه ویژگی‌های تبدیلی در خواص گروه 3A (13) ظاهر می‌شود؟ ۵۴
- ۵-۱۴ گروه 4A (14): خانواده کربن ۵۷
- چگونه پیوند بر خواص فیزیکی اثر می‌گذارد؟ ۵۷
- نوع پیوند در ترکیبات 4A (14) چگونه تغییر می‌کند؟ ۵۸
- برجستگی‌های شیمی کربن ۵۹
- برجستگی‌های شیمی سیلیکون ۶۱
- نگاهی به عقب و جلو: گروه‌های 3A (13)، 4A (14) و 5A (15) ۶۲
- ۶-۱۴ گروه 5A (15): خانواده نیتروژن ۶۲
- محدوده وسیع خواص فیزیکی و شیمیایی در گروه 5A (15) ۶۲
- برجستگی‌های شیمی نیتروژن ۶۴
- برجستگی‌های شیمی فسفر: اکسیدها و اکسو اسیدها ۶۷

۷-۱۴ گروه 6A (16): خانواده اکسیژن ۶۸

چگونه خانواده‌های اکسیژن و نیتروژن از لحاظ فیزیکی قابل

مقایسه‌اند؟ ۶۹

چگونه خانواده اکسیژن و نیتروژن از لحاظ شیمیایی قابل

مقایسه‌اند؟ ۶۹

برجستگی‌های شیمی اکسیژن ۷۰

برجستگی‌های شیمی گوگرد: اکسیدها و اکسوسیدها ۷۰

نگاهی به عقب و جلو: گروه‌های (15) 5A، (16) 6A و (17) 7A ۷۲

۸-۱۴ گروه 7A (17): هالوژن‌ها ۷۳

چه تغییر قاعده‌مند در خواص فیزیکی هالوژن‌ها وجود دارد؟ ۷۳

۹-۱۴ گروه 18A (18): گازهای نجیب ۷۷

چطور گازهای نجیب ترکیب تشکیل می‌دهند؟ ۷۷

نگاهی به عقب و جلو: گروه‌های (17) 7A، (18) 8A و (1) 1A ۷۹

مسایل ۷۹



۴-۱۵ خواص و واکنش‌پذیری گروه‌های عاملی ۱۰۸

گروه‌های عاملی فقط با پیوندهای یگانه ۱۰۸

گروه‌های عاملی با پیوندهای دوگانه ۱۱۳

گروه‌های عاملی با هر دو پیوند یگانه و دوگانه ۱۱۵

گروه‌های عاملی با پیوندهای سه‌گانه ۱۱۹

۵-۱۵ تکپار-بسیار دسته I: درشت مولکول‌های ستزی ۱۲۰

بسیارهای اضافی ۱۲۱

بسیارهای تراکمی ۱۲۳

۶-۱۵ تکپار-بسیار دسته II: درشت مولکول‌های بیولوژیکی ۱۲۴

شکرها و پلی‌ساکاریدها ۱۲۴

آمینواسیدها و پروتئین‌ها ۱۲۵

نوکلئوتیدها و نوکلئیک اسیدها ۱۲۸

مسایل ۱۳۲

فصل ۱۵

ترکیب‌های آلی و خواص اتمی کربن ۸۷

۱-۱۵ طبیعت ویژه کربن و مشخصات مولکول‌های آلی ۸۸

تعریف مول ۸۸

پیچیدگی ساختاری مولکول‌های آلی ۸۸

تنوع شیمیایی مولکول‌های آلی ۹۰

۲-۱۵ ساختارها و تقسیم‌بندی هیدروکربن‌ها ۹۱

اسکلت کربنی و پوست هیدروژنی ۹۱

آلکان‌ها: هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه ۹۵

ایزومر ساختاری و خواص فیزیکی آلکان‌ها ۹۸

مولکول‌های کایرال و ایزومر نوری ۱۰۰

آلکن‌ها: هیدروکربن‌هایی با پیوند دوگانه ۱۰۱

آلکین‌ها: هیدروکربن‌هایی با پیوندهای سه‌گانه ۱۰۳

هیدروکربن‌های آروماتیک: مولکول‌های حلقوی با الکترون‌های

نامستقر ۱۰۴

۳-۱۵ بعضی از دسته‌های مهم واکنش‌های آلی ۱۰۶

فصل ۱۶

سینتیک: نقش و مکانیزم واکنش‌های شیمیایی ۱۳۹

۱-۱۶ عوامل مؤثر بر سرعت واکنش ۱۴۰

۲۰ ۱۶ ارائه سرعت واکنش ۱۴۲

سرعت‌های متوسط، لحظه‌ای و اولیه ۱۴۳

بیان سرعت بر حسب غلظت واکنش‌دهنده و محصولات ۱۴۵

۳-۱۶ قانون سرعت و اجزای آن ۱۴۷

اصطلاح مرتبه واکنش ۱۴۹

تعیین مرتبه واکنش به‌طور تجربی ۱۵۱

تعیین ثابت سرعت ۱۵۵

۴-۱۶ قانون سرعت انتگرال‌گیری شده: تغییرات غلظت با زمان ۱۵۶

قانون سرعت انتگرال‌گیری شده برای واکنش‌های مرتبه اول.



مرحله تعیین کننده سرعت برای مکانیزیم واکنش ۱۷۶

ارتباط مکانیزیم با قانون سرعت ۱۷۸

۸-۱۶ کاتالیزور، تسريع کردن واکنش شیمیایی ۱۸۱

کاتالیزور همگن ۱۸۳

کاتالیزور ناهمگن ۱۸۳

کاتالیزور در طبیعت ۱۸۴

مسائل ۱۸۸

مرتبه دوم و مرتبه صفر ۱۵۷

تعیین مرتبه واکنش از قانون سرعت انتگرال گیری شده ۱۵۹

نیم عمر واکنش ۱۶۰

۵-۱۶ اثر دما بر روی سرعت واکنش ۱۶۴

۶-۱۶ توضیح راجع به اثر غلظت و دما ۱۶۷

نظریه برخورد: مبنای قانون سرعت ۱۶۷

نظریه حالت گذار: طبیعت مولکولی کمپلکس فعال شده ۱۷۰

۷-۱۶ مکانیزم واکنش: مراحل در واکنش کلی ۱۷۴

واکنش های بنیادی و مولکولار ۱۷۴

فصل ۱۷

تعداد: حدنهایی واکنش های شیمیایی ۱۹۷

۱-۱۷ حالت تعادل و ثابت تعادل ۱۹۸

۲-۱۷ خارج قسمت واکنش و ثابت تعادل ۲۰۱

نوشتن خارج قسمت واکنش، (Q) ۲۰۲

تغییرات به صورت خارج قسمت واکنش ۲۰۴

۳-۱۷ بیان تعادل برحسب فشار: ارتباط بین K_p و K_c ۲۰۸

۴-۱۷ جهت واکنش: مقایسه Q و K ۲۱۰

۵-۱۷ مسائل تعادل را چگونه حل کنیم ۲۱۲

به کارگیری کمیت ها برای تعیین ثابت تعادل ۲۱۳

به کار بردن ثابت تعادل در تعیین کمیت ها ۲۱۶

فصل ۱۸

تعداد اسید و باز ۱۸

۱-۱۸ اسیدها و بازها در آب ۲۴۸

ازاد کردن H^+ یا OH^- و تعریف اسید باز از نیوس ۲۴۹

مغایات بودن قدرت اسیدی: ثابت تفکیک اسید (K_a) ۲۵۰

طبقه بندی قدرت نسبی اسیدها و بازها ۲۵۲

۲-۱۸ تفکیک خودبه خودی آب و مقیاس pH ۲۵۴

ماهیت تعادلی یونیزاسیون خودبه خودی: ثابت یونش آب (K_w) ۲۵۴

بیان غلظت هیدرونیوم: مقیاس pH ۲۵۶

۳-۱۸ انتقال پروتون و تعریف اسید-باز برونستد-لوری ۲۶۰



مخلوط واکنشگرها و محصولها: تعیین جهت واکنش ۲۲۳

۶-۱۷ شرایط واکنش و حالت تعادل: اصل لوشاتلیه ۲۲۵

اثر تغییر غلظت ۲۲۵

اثر تغییر فشار (حجم) ۲۲۹

اثر تغییر دما ۲۳۱

مؤثر نبودن افزایش کاتالیزور در تعادل ۲۳۳

تولید صنعتی آمونیاک ۲۳۶

مسائل ۲۴۱



جفت اسید-باز مزدوج ۲۴۱

قدرت نسبی اسید باز و جهت نهایی واکنش ۲۶۳

۴-۱۸ حل مسائل شامل تعادل اسید ضعیف ۲۶۶

پیدا کردن K_a از غلظت های داده شده ۲۶۷

پیدا کردن غلظت ها از K_a داده شده ۲۶۹

اثر غلظت در میزان تفکیک اسید ۲۷۰

رفتار اسیدهای چند ظرفیتی (پلی پروتیک اسیدها) ۲۷۲

۵-۱۸ بازهای ضعیف و ارتباط آنها با اسیدهای ضعیف ۲۷۳

- مولکول‌ها به عنوان بازهای ضعیف: آمونیاک و آمین‌ها ۲۷۳
 آنیون‌های اسیدهای ضعیف به عنوان باز ۲۷۵
 ارتباط بین K_a و K_b یک زوج اسید-باز مزدوج ۲۷۶
 ۶-۱۸ خواص مولکولی و قدرت اسیدی ۲۷۹
 روند قدرت اسیدی هیدرات‌های نافلزتی ۲۷۹
 روند قدرت اسید در اکسو اسیدها ۲۷۹
 اسیدیته یون‌های فلزی هیدراته ۲۸۰
 ۷-۱۸ خاصیت اسید-باز محلول‌های نمک ۲۸۲
 نمک‌هایی که محلول خنثی ایجاد می‌کنند ۲۸۲
 نمک‌هایی که محلول اسیدی ایجاد می‌کنند ۲۸۲
 نمک‌هایی که محلول بازی تشکیل می‌دهند ۲۸۳
 نمک‌های کاتیون اسیدهای ضعیف و آنیون بازهای ضعیف ۲۸۴
 نمک‌های آنیون‌های آمفی‌پروتیک ۲۸۵
 ۸-۱۸ دادن زوج الکترون و تعریف اسید باز لوئیس ۲۸۷
 مولکول‌ها به عنوان اسید لوئیس ۲۸۸
 کاتیون‌های فلزی به عنوان اسیدهای لوئیس ۲۸۹
 مسایل ۲۹۲



عبارت حاصل ضرب یونی (Q_p) و ثابت حاصل ضرب انحلالی (K_{sp}) ۳۲۴

- محاسبات شامل ثابت حاصل ضرب انحلالی ۳۲۶
 اثر یون مشترک در حلالیت ۳۲۹
 اثر pH در حلالیت ۳۳۲

- پیش‌بینی تشکیل رسوب: Q_p و K_{sp} ۳۳۳
 کاربرد تعادل یونی در مشکل باران اسیدی ۳۳۶
 ۱۹-۶ تعادل شامل یون‌های کمپلکس ۳۳۸
 یون‌های کمپلکس و حلالیت رسوب ۳۴۰
 مسایل ۳۴۳



ترمودینامیک: آنتروپی، انرژی آزاد و جهت واکنش‌های شیمیایی ۳۵۱

- ۱-۲۰ قانون دوم ترمودینامیک: پیش‌بینی تغییر خودبه‌خودی ۳۵۲
 محدودیت‌های قانون اول ترمودینامیک ۳۵۳
 علامت ΔH نمی‌تواند تغییر خودبه‌خودی را پیش‌بینی کند ۳۵۴
 آزادی حرکت ذره و پراکنده شده انرژی ذره ۳۵۵
 آنتروپی و تعداد حالت‌های میکروبی ۳۵۵
 آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک ۳۶۰
 آنتروپی مولی استاندارد و قانون سوم ۳۶۰
 ۲۰-۲ محاسبه تغییر آنتروپی یک واکنش ۳۶۷
 تغییرات آنتروپی در سیستم: آنتروپی استاندارد واکنش (ΔS°_{rxn}) ۳۶۹
 تغییرات آنتروپی در محیط: جزء دیگری از کل ۳۶۹
 تغییر آنتروپی و حالت تعادل ۳۷۱
 واکنش خودبه‌خودی گرمازا و گرماگیر: خلاصه ۳۷۲
 ۲۰-۳ آنتروپی، انرژی آزاد و کار ۳۷۳
 تغییر انرژی آزاد و خودبه‌خودی بودن واکنش ۳۷۳

فصل ۱۹

تعادل یونی در سیستم آبی ۳۰۱

- ۱-۱۹ تعادل سیستم‌های بافر اسید-باز ۳۰۲
 بافر چگونه عمل می‌کند: اثر یون مشترک ۳۰۳
 معادله هندرسون-هسل باخ ۳۰۸
 ظرفیت بافر و محدود بافر ۳۰۹
 تهیه بافر ۳۱۱
 ۲-۱۹ منحنی تیتراسیون اسید-باز ۳۱۴
 دنباله کردن pH با شناساگر اسید-باز ۳۱۴
 منحنی تیتراسیون اسید-باز قوی ۳۱۵
 منحنی تیتراسیون اسید ضعیف-باز قوی ۳۱۸
 منحنی تیتراسیون باز ضعیف-اسید قوی ۳۲۲
 ۳-۱۹ تعادل در ترکیب‌های یونی کم محلول ۳۲۴

فصل ۲۰

۲۰-۴ انرژی آزاد، تعادل، و جهت واکنش ۳۸۳
مسایل ۳۹۱

محاسبه تغییرات انرژی آزاد استاندارد ۳۷۴
 ΔG و کاری که یک سیستم می‌تواند انجام دهد ۳۷۶
اثر دما در خودبه‌خودی بودن واکنش ۳۷۷
جفت کردن واکنش‌ها برای انجام یک تغییر غیرخودبه‌خودی ۳۸۱

فصل ۲۱

الکتروشیمی: تغییر شیمیایی و کار الکتریکی ۳۹۷



پیل‌های غلظتی ۲۳۰
۲۱-۵ فرایندهای الکتروشیمیایی در باتری‌ها ۴۳۳
باتری نوع اول (غیرقابل شارژ) ۴۳۴
باتری‌های نوع دوم (شارژ) ۴۳۵
پیل سوختی ۴۳۷
۲۱-۶ خوردگی: موردی از واکنش الکتروشیمیایی در محیط زیست ۴۳۹
خوردگی آهن ۴۳۹
محافظت آهن در برابر خوردگی ۴۴۱
۲۱-۷ پیل‌های الکترولیتی: استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام واکنش‌های غیرخودبه‌خودی ۴۴۲
ساخت و طرز عمل یک پیل الکترولیتی ۴۴۳
پیش‌بینی محصولات الکترولیز ۴۴۳
الکترولیز: محلول آب نمک، ولتاژ اضافی و فرآیند کلر-قلیا ۴۴۷
الکتروشیمی صنعتی: خالص‌سازی مس و جداسازی آلومینیم ۴۵۰
استیوکیومتری الکترولیز: ارتباط بین مقدار بار مصرفی و محصول ۴۵۳
مسایل ۴۵۷

۲۱-۱ واکنش‌های اکسایش-کاهش و پیل‌های الکتروشیمی ۳۹۸
مرور سریع مفهوم اکسایش-کاهش ۳۹۸
روش نیم-واکنش برای موازنه واکنش‌های ردوکس ۳۹۹
موازنه کردن واکنش ردوکس در محلول اسیدی ۴۰۰
شمای کلی از پیل‌های الکتروشیمیایی ۴۰۴
۲۱-۲ پیل‌های گالوانی: انجام واکنش خودبه‌خودی برای ایجاد انرژی الکتریکی ۴۰۶
ساخت و عملکرد یک پیل گالوانی (ولتایی) ۴۰۷
نمایش پیل گالوانی ۴۱۰
۲۱-۳ پتانسیل پیل: خروجی یک پیل گالوانی ۴۱۱
پتانسیل استاندارد پیل ۴۱۲
قدرت نسبی عامل‌های اکسند و کاهنده ۴۱۶
۲۱-۴ انرژی آزاد و کار الکتریکی ۴۲۳
پتانسیل استاندارد و ثابت تعادل ۴۲۳
اثر غلظت در پتانسیل پیل ۴۲۶
تغییر پتانسیل در طول کار پیل ۴۲۸

فصل ۲۲

عناصر واسطه و ترکیب‌های کنوردیناسیون آنها ۴۶۵



ایزومری در ترکیب‌های کنوردیناسیون ۴۷۹
۲۲-۳ مبنای نظری پیوند و خواص کمپلکس‌ها ۴۸۳
کاربرد نظریه پیوند ظرفیت در یون‌های کمپلکس ۴۸۳
نظریه میدان بلور ۴۸۵
کمپلکس‌های فلز واسطه در سیستم‌های حیاتی ۴۹۳
مسایل ۴۹۵

۲۲-۱ خواص عناصر واسطه ۴۶۷
آرایش الکترونی عناصر واسطه و یون‌های آنها ۴۶۷
خواص اتمی و فیزیکی عناصر واسطه ۴۶۹
خواص شیمیایی فلزات واسطه ۴۷۱
۲۲-۲ ترکیب‌های کنوردیناسیون ۴۷۴
یون‌های کمپلکس: عدد کنوردیناسیون، ساختار هندسی، و اینگلدھا ۴۷۴
فرمول و نام ترکیب‌های کنوردیناسیون ۴۷۶

واکنش‌های هسته‌ای و کاربرد آنها ۵۰۱

۱-۲۳ واپاشی رادیواکتیو و پایداری هسته ۵۰۲

۵۰۳ اجزای تشکیل دهنده هسته: اصطلاحات و نمادها

۵۰۴ انواع واپاشی رادیواکتیو: موازنه معادله‌های هسته‌ای

پایداری هسته و شیوه واپاشی ۵۰۸

۲-۲۳ سینتیک واپاشی رادیواکتیو ۵۱۳

سرعت واپاشی رادیواکتیو ۵۱۳

تعیین عمر با رادیو ایزوتوپ‌ها ۵۱۶

۲-۲۳ تبدیل هسته‌ای: تغییرات القائی در هسته‌ها ۵۱۸

۴-۲۳ اثر تابش هسته‌ای بر ماه ۵۲۰

اثر تابش یونیزه کننده بر موجود زنده ۵۲۱

منابع تابش یونیزه کننده ۵۲۲

۵-۲۳ کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها ۵۲۴

ضمیمه الف عملگرهای متداول در شیمی ۵۴۵

کار کردن با لگاریتم‌ها ۵۴۵

مفهوم و خواص لگاریتم ۵۴۵

انواع لگاریتم‌ها ۵۴۵

ضمیمه ب مقادیر استاندارد ترمودینامیکی برای مواد انتخابی ۵۵۰

ضمیمه ج ثابت‌های تعادل برای مواد انتخابی ۵۵۳

ثابت‌های (K_p) تفکیک (یونش) اسیدهای انتخابی ۵۵۴ثابت‌های (K_p) تفکیک (یونش) بازهای انتخابی ۵۵۶

ردیاب‌های رادیواکتیو ۵۲۴

۶-۲۳ تبدیل متقابل جرم و انرژی ۵۲۷

تفاوت جرم بین یک هسته و نوکلئون‌های آن ۵۲۸

انرژی اتصال هسته‌ای و انرژی اتصال به ازای هر نوکلئون ۵۲۹

۷-۲۳ کاربردهای شکافت و همجوشی ۵۳۲

فرآیند شکافت هسته ۵۳۲

احتمال همجوشی هسته ۵۳۶

موارد اساسی نظریه MO ۴۳۷

مولکول‌های دو اتمی جور هسته عناصر تناوب ۲ ۴۴۰

مسائل ۵۳۸

ثابت‌های (K_p) تفکیک (یونش) بعضی از یون‌های هیدراته شده ۵۵۷ثابت‌های (K_p) تفکیک (یونش) بعضی از یون‌های کمپلکس ۵۵۷ثابت‌های حاصلضرب انحلال (K_{sp}) تفکیک بعضی از ترکیبات

یونی با حلالیت جزئی ۵۵۸

ضمیمه د بتائیل استاندارد الکترودها (نیم پیل) ۵۵۹

ضمیمه ه جواب مسائل انتخابی ۵۶۰

فهرست نمایه ۵۸۳

