

شیمی آلی

ساختار و کاربرد

«ویرایش چهارم»

جلد اول

تالیف:

ک. پیتر سی. ولهارد، نیل ای. شور

ترجمه:

دکتر مجید میرمحمدصادقی

دکتر محمدرضا سعیدی

دکتر مجید هروی

Vollhardt, K. Peter C

ولهارد، پیتر

شیمی آلی، ساختار و کاربرد / ک. پیتر سی. ولهارد، نیل ای. شور، ترجمه مجید میرمحمدصادقی، محمدرضا سعیدی، مجید هروی. - - اصفهان: دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۲ - ج ۳. : مصور.

ISBN: 964-8658-07-2 (دوره)

ISBN: 964-8658-04-8 (ج. ۱)

ISBN: 964-8658-05-6 (ج. ۲)

ISBN: 964-8658-06-4 (ج. ۳)

Organic chemistry, 4th ed.

عنوان اصلی:

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

۱. شیمی آلی. ۲. شیمی آلی - مسائل، تمرینها و غیره. الف. شور، نیل اریک، ۱۹۴۸ - م. Schore, Niel Eric. ب. میرمحمدصادقی، مجید، ۱۳۲۲ -، مترجم. ج. سعیدی، محمدرضا، ۱۳۲۲ -، مترجم. د. هروی، مجید، ۱۳۲۱ -، مترجم. د. دانشگاه اصفهان.

۵۴۷

ش ۹/ ۲۵۱/ ۱۲ QD

۱۳۸۲

۸۳-۳۵۸-۵

کتابخانه ملی ایران

انتشارات دانشگاه اصفهان

نام کتاب:	شیمی آلی، ساختار و کاربرد جلد اول «ویرایش چهارم»
مؤلف:	ک. پیتر. سی. ولهارد، نیل ای شور
مترجم:	مجید میرمحمدصادقی، محمدرضا سعیدی، مجید هروی
ناشر:	دانشگاه اصفهان
تیراژ:	۳۰۰۰ نسخه
چاپ اول:	۱۳۸۲
شابک:	ISBN ۹۶۴-۵۶۸۶-۰۴-۸

حق چاپ برای دانشگاه اصفهان محفوظ است

آدرس فروش کتاب:

دانشگاه اصفهان - خیابان دانشگاه - درب شمالی - کتابفروشی دانشگاه اصفهان تلفن:

۰۳۱۱-۷۹۳۲۰۶۸ - دورنگار: ۰۳۱۱-۷۹۳۲۱۷۷

تهران - میدان انقلاب اول کارگر شمالی - کوچه برهانی - پلاک ۵۵ - موسسه کتابیران موزع

دانشگاه اصفهان تلفن: ۰۲۱-۶۲۱۸۵۷۹

بنام خداوند جان و خرد

پیشگفتار مترجمین

خدا را سپاس می گوئیم که ترجمه کتاب شیمی آلی ولهارد مورد توجه و استقبال استادان بزرگوار و دانشجویان عزیز قرار گرفته است.

قبلاً ویرایشهای اول و دوم متن اصلی، ترجمه و در اختیار دانش دوستان قرار گرفت.

متأسفانه، فرصت ترجمه ویرایش سوم دست نیافت و اکنون ترجمه ویرایش چهارم تقدیم می گردد. ویرایش چهارم نسبت به ویرایشهای قبل تغییرات عمده ای را در بردارد. در این ویرایش با مثالهای بسیاری، منطبق بن آخرین دستاوردهای علمی - پژوهشی، روبرو می شویم و با نقش شیمی آلی در جهان هستی، محیط زیست، دارو، و صنعت بیش از پیش آشنا می گردیم و به گوشه هایی از شگفتیهای دنیای اطراف خود پی می آوریم.

تلاش فراوان بعمل آمده تا اشکالات و کاستیهای گذشته برطرف شود و کتاب به نحوی مطلوبتر در اختیار علاقمندان قرار گیرد. تا چه قبول افتد و چه در نظر آید.

در خاتمه بر خود لازم می دانیم از استادان بزرگوار و دانشجویان عزیزی که با راهنماییها، انتقادات و تذکرات خود ما را در بهبود کیفیت کتاب یاری دادند و ذکر نام آنها در این مختصر نمی گنجد، سپاسگزاری کنیم.

از معاونت محترم پژوهشی، اعضای محترم شورای انتشارات دانشگاه اصفهان و از کارکنان پر تلاش چاپخانه دانشگاه اصفهان که با مساعدتهای خود امکان چاپ کتاب را فراهم ساختند متشکریم.

مجید میرمحمدصادقی

محمد رضا سعیدی

مجید هروی

بهمن ماه ۱۳۸۳

مقدمه

راهنمای شیمی آلی ساختار و کاربرد

در ویرایش قبلی سعی کردیم یک چهارچوب منطقی جهت یادگیری و فهمیدن موضوعات شیمی آلی برای دانشجویان ارائه دهیم. این چهارچوب، ایده ای برای فهم ساختار مولکولهای آلی است که چگونه در یک فرآیند شیمیایی عمل می نمایند. هدف ما این بوده است که به دانشجو کمک کنیم تا موارد متعدد و پیچیده ای که در این درس ارائه می شود را درک کند و بتواند از آنها در شیمی آلی معاصر استفاده نماید. ما همین شیوه را در این ویرایش ادامه داده و در کاربردهای عملی و نحوه حل مسئله تأکید نموده ایم و با تأکید بر نکات اصلی در مورد فعالیت، مکانیسم و کاربرد، جزئیات کم اهمیت را حذف کرده ایم.

پنج فصل اول کتاب به اصول عمومی پیوند، فعالیت و شیمی فضایی پرداخته است تا دانشجویان بتوانند ارتباط بین ساختار و عملکرد را بفهمند. بنابراین در فصل ۱ اصول اساسی چگونگی اثر ساختار بر پیوند را مرور می کنیم تا در ادامه بتوانیم گروههای عاملی را بررسی

نمایش. فصل ۲ اساس واکنشهای قطبی را بررسی می کند و خواص اسیدها و بازها را با نوکلئوفیل ها و الکتروفیل ها مقایسه می نماید. همچنین ایده های اولیه سینتیک و ترمودینامیک واکنشها را ارائه می دهد.

در فصل ۲ نگاه کلی به گروههای عاملی اصلی می اندازیم. همچنین در فصل ۲ قسمت غیر فعال مولکول های آلی متداول، مانند خواص و رفتار آلکانها را بررسی می کنیم. در فصل ۳ ایده انرژی تفکیک پیوندها با واکنش هالوژناسیون رادیکالی آلکانها معرفی می شود. فصل ۴ مولکول های حلقوی و سیکلوآلکانها بررسی می شوند. بالاخره دانشجویان را برای یادگیری مکانیسم واکنشهای استخلافی و حذفی هالوآلکانها (فصلهای ۶ و ۷) و واکنشهای افزایشی آلکانها (فصل ۱۲) و شیمی فضایی (فصل ۵) آماده می نمایم.

مراحل حل تمرین های داخل فصل در این ویرایش اضافه شده است. هر مورد از این نوع روش حل مسئله در هر فصل، بر نیاز دانشجویان بر استدلال در حل مسائل تأکید دارد و هر مرحله دقیق و مستدل است تا دانشجو بتواند اشکال ها را درک نموده و از آنها اجتناب نماید. تمرینهای انتخاب شده عموماً مشابه تکلیف منزل یا سوال امتحانی است تا دانشجویان بتوانند به جای انجام مسائل ساده شده و صوری با حل مسائل پیچیده تر آشنا شوند.

گروه خاص مسائل پایان فصل که در ویرایش قبلی اضافه شده بود، کماکان در این ویرایش نیز وجود دارند.

"مسائل تلفیقی فصل" دو برابر شده اند که شامل مفاهیمی از همان فصل و نیز سایر فصل ها با حل مرحله ب مرحله می باشد. همانند قبل، بر فهم مسئله، استدلال و رسیدن به نتایج مستدل تأکید شده است.

مسائل گروهی دانشجویان را به مباحثه و همکاری آموزنده دسته جمعی تشویق می نماید. با تعیین تکلیف دسته جمعی، آنها می توانند در کتابخانه، سالن مطالعه و یا خوابگاه با تبادل افکار و اطلاعات خود بر روی یک مسئله کار کنند.

برای دانشجویانی که می خواهند به حرفه پزشکی و یا زمینه های مشابه آن وارد شوند، "مسائل حرفه ای" به صورت تست های چند گزینه ای مشابه آزمون های MCAT و GRE و DAC در انتهای فصل آورده شده است. علاوه بر آنها، گزیده ای از تست های واقعی و سوالات امتحان MCAT در ضمیمه انتهای کتاب اضافه شده است.

نظر به اینکه مفاهیم بسیاری در مورد ساختار و عوامل مختلف ترکیبهای آلی به دانشجویان آموخته می شود، ممکن است به آسانی به مطالب مهم درس توجه نکنند. لذا در این ویرایش کتاب، برای یادآوری دانشجویان در انتهای هر قسمت، خلاصه کوتاهی از مفاهیم اصلی مورد تأکید قرار گرفته است. علاوه بر آن در انتهای هر فصل، قسمت کوتاهی تحت عنوان "شمای کلی فصل" آورده شده است که ارتباط بین موضوعات و مطالب عرضه شده در درس را مورد تأکید قرار می دهد.

این قسمت ها خلاصه ندادند، ولی سیری را نشان می دهند که ما کجا هستیم و به کجا می رویم. این قسمت ها اغلب بر شمای آغازین فصل تأکید دارند و به تبیین محتوای مطالب فصل کمک می کنند.

ما همچنین "نقشه راه خلاصه واکنش ها" در انتهای هر فصل را حفظ نموده ایم که واکنشهای مربوط به تهیه و کاربرد گروههای عاملی اصلی را خلاصه نموده اند. ولی این نقشه ها را ساده نموده ایم تا برای دانشجویان مفیدتر باشند. مانند گذشته "نقشه تهیه" مبدأ هر گروه عاملی را مشخص می نماید. یعنی گروه های عاملی پیشین آن را نشان می دهد و فلش واکنش ها (←) در هر نقشه، واکنشگرها، مواد اولیه و محصول را نشان می دهند. همچنین بخش مربوط در فصل بر روی فلش مشخص شده است.

در هر فصل این کتاب در مورد کاربردهای بیولوژیکی، دارویی و صنعتی شیمی آلی بحث شده است، و بسیاری از آنها در این ویرایش جدید هستند. برخی از این کاربردها در داخل مباحث فصل و برخی دیگر در تمرینها و یا به صورت "نکته جالب شیمیایی" آورده شده اند. این موارد از آنتی بیوتیک های جدید تا جنگ بر علیه باکتریهای مقاوم به داروها (فصل ۲۰)، پلیمرهای آلی هادی الکتریسته (فصل ۱۴)، و پیشرفت هایی در حلقه های هیدروکربنی بهم جوش خورده (فصل ۱۵) را در بر می گیرند. کاربردهای جدید شامل ستر ترکیبهای کلردار و لایه ازون در استراتوسفر (فصل ۳)، مواد کایرال در طبیعت (فصل ۵) و جایگزینهای قندی کربوهیدرات ها (فصل ۱۲) می باشند.

به کاربرد اصلی شیمی آلی، که ستر ترکیب ها و مواد جدید هستند در طول کتاب تأکید شده است. ما به توسعه استراتژی مناسب و اجتناب از موارد کم فایده، در غالب "کار مفهومی" و

"مسایل گروهی" پرداخته ایم. سنتزهای خاص ترکیبهای بیولوژیکی و دارویی مهم در بسیاری از فصل ها گنجانده شده اند.

دانستن چگونگی تأثیر ساختار ترکیب بر عملکرد آن در یادگیری واکنشهای آلی مؤثر است. در این ویرایش، فصل ۲ را تغییر داده ایم و بر واکنشهای دوقطبی تأکید بیشتری نموده و بر اهمیت آنها در طول درس نیز تأکید نموده ایم. همانند ویرایش قبلی کتاب، اولین واکنش مورد بحث مربوط به جزئیات هالوژناسیون رادیکالی متان است (فصل ۳). مراحل انجام واکنش این فرصت را در اختیار ما می گذارد که مفهوم انرژی شکسته شدن پیوند و پایداری نسبی رادیکال ها را در غالب پیوندهای ساده C-H و C-C در شیمی آلی معرفی نماییم. نظر به اینکه هالوژناسیون متان شامل ذره های یونی نمی شود، ما می توانیم فرآیند کلی و نیز هر مرحله را بررسی نماییم. این بررسی ها از جهت ترمودینامیکی و دیاگرام انرژی پتانسیل، به دانشجویان وسیله داوری در انجام تبدیلهای دیگر را می دهد. در نهایت، انتخاب ما در واکنش راهبردی، امکان بررسی مسئله فعالیت و گزینش پذیری را به دانشجو می دهد و مدلی است برای چگونگی رسیدگی به مولکول هایی که چند عاملی هستند. این روشها در مورد اکثر واکنشهای ارائه شده در کتاب بکار گرفته شده است.

ساختار هالوآلکان ها و چگونگی رفتار هالوآلکان ها در واکنشهای استخلافی نوکلئوفیلی (هسته دوستی) و حذفی، موضوع اصلی فصل های ۶ و ۷ هستند. پس از آن در فصل های بعد گروههای عاملی، نامگذاری، ساختار، خواص طیفی، روش تهیه، واکنشها و کاربردهای بیولوژیکی و سایر کاربردها بررسی خواهد گردید. تأکید بر ساختار و کاربرد این امکان را می دهد که مکانیسم همه واکنشهای مهم را به طور یکنواخت مورد بحث قرار دهیم و از بررسی مکانیسم به طور پراکنده در کتاب اجتناب نماییم. ما عقیده داریم که این بررسی یکنواخت مکانیسم ها بطور قابل توجهی به نفع دانشجویان می باشد.

ما ابتدا الکل ها را بررسی می کنیم (فصل های ۸ و ۹)، زیرا دانستن شیمی آنها در نقش اصلی الکل ها در سنتز مؤثر است. همچنین کربوکاتیون ها (و نوآرایی آنها، بخش ۹-۳) را قبل از قاعده مارکونیکوف (فصل ۱۲) آورده ایم.

آلکنها (فصل ۱۲) قبل از پلی ان های مزدوج (فصل ۱۴) و پلی ان های مزدوج قبل از سیستم های آروماتیک (فصل ۱۵) بررسی می شوند. گنجاندن طیف سنجی در فصلهای ۱۰ و ۱۱ و

پس از یادگیری برخی از اصول و عامل های اولیه توسط دانشجویان؛ نشان می دهد چگونه ساختار بر عامل تأثیر می گذارد. این روند به دانشجویان اجازه می دهد که تکنیک طیف سنجی را برای سایر گروه های عاملی بکار ببرند.

توزیع طیف سنجی در فصل های مربوط و به صورت مدولار به استاد این امکان را می دهد که آن را در هر جای درس ارائه دهد. در ویرایش جدید طیف سنجی NMR (فصل ۱۰) با طیف های MHz ۳۰۰ به جای طیف های MHz ۹۰ تدوین شده اند. همچنین در سایر فصل ها نیز طیف های MHz ۳۰۰ جاگزین شده اند. مانند قبل، طیف سنجی NMR و IR در انتهای نیمه اول کتاب گنجانیده شده اند تا دانشجویان بتوانند با خواص طیفی گروه های عاملی مختلف آشنا شوند و خصوصیات طیفی گروه های عاملی را یاد گیرند. طیف سنجی uv-vis (ماوراء بنفش-مرئی) در قالب سیستم های pi نامستقر آورده شده است (فصل ۱۴) و طیف سنجی جرمی پس از ترکیب های کربونیل گنجانده شده است تا بتوانیم شکستن آلفا و نوآرایی مک لافرتی (فصل ۲۰) را توضیح دهیم. بحث های مختلف و مسایل مربوط، کاربرد طیف سنجی را در شناسایی و تعیین ساختار یکنواخت می نماید.

در این ویرایش نیز ما بر مکانیسم برای یادگیری چگونگی انجام واکنشها تأکید نموده ایم. در پاسخ به نکات یادآوری شده توسط استفاده کنندگان، ما از فلش برای نشان دادن جا به جایی الکترون، که در بخش ۲-۲ معرفی شده است، و تأکید آن در بخش ۳-۶ و سایر فصل ها استفاده کرده ایم.

ما کماکان از تصویر کامپیوتری گلوله و میله برای نشان دادن مدل مولکولی Space-filling استفاده نموده ایم. در این ویرایش نقشه پتانسیل الکترواستاتیک بسیاری از گونه ها به دانشجو کمک می کند تا تأثیر توزیع الکترونی بر رفتار آنها را ملاحظه کند.

Web. Site زیر

www.whfreeman.com/vollhardtschore4e

یک وسیله چند منظوره رسانه ای بسیار آموزنده است که توسط کمپانی W.H.Freeman با همکاری Sumanas. Inc. ابداع شده است (برخی از نقاشی ها و طراحی های متحرک و مکانیسم های مربوط از طرح vischem توسط Roy Tasker و دانشگاه سیدنی غربی داستاپردازی

شده است). تمام جنبه ها و موارد این web site در ارتباط با مطالب ارائه شده در این کتاب می باشد.

راهنمای مطالعه توسط نیل شور Neil Shore ارتباط مستقیم بین مطالب کتاب و ضمايم آن است. نمونه هایی از مسایل حل شده اند و پاسخ مسایل انتهایی هر فصل نیز داده شده است. راهنمای قسمتهای مختلف فصل به دانشجویان در فهم مسایل کمک می کند تا مراحل حل تمرینهای گوناگون را به تصویر درآورند. در جداول نکات اصلی طیفهای مربوط به هر گروه عاملی خلاصه شده اند.

بانک کامپیوتری تست و سؤالات توسط Charles M. Garner و Kevin G. Pinney از دانشگاه بیلور Baylor روی CD-ROM در دسترس می باشد.

از کلیه اساتیدی که ویرایش چهارم را مرور نموده و نظرات خود را ارسال نموده اند سپاسگزاری می کنیم.

ک. بیترسی، ولهارد، نیل ای. شور

۲۰۰۳

فهرست مطالب جلد اول

ساختمان و تشکیل پیوند در مولکولهای آلی

فصل ۱

۳	دامنه شیمی آلی: نگاهی اجمالی	۱-۱
۹	نیروهای کولمبی: نگرشی ساده به نحوه تشکیل پیوند	۲-۱
۱۱	پیوندهای یونی و کووالانت: قاعده هشت تایی	۳-۱
۲۲	مدل الکترون - نقطه تشکیل پیوند: ساختمان لوپس	۴-۱
۳۱	ساختمانهای رزونانسی	۵-۱
۳۸	اوربیتالهای اتمی: توصیف کوانتوم مکانیکی الکترونها اطراف هسته	۶-۱
۴۶	اوربیتالهای مولکولی و تشکیل پیوند کووالانت	۷-۱
۵۱	اوربیتالهای هیبرید: تشکیل پیوند در مولکولهای پیچیده	۸-۱
۵۹	ساختمان و فرمول مولکولهای آلی	۹-۱
۶۴	شمای کلی فصل	
۶۴	مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسایل گروهی / مسایل حرفه‌ای	

ساختمان و فعالیت: اسیدها و بازها - مولکولهای قطبی و غیر قطبی

فصل ۲

۸۲	سببیتیک و ترمودینامیک فرآیندهای شیمیایی ساده	۱-۲
۹۱	اسیدها و بازها: الکتروفیلها و نوکلوفیلها	۲-۲
۱۰۲	گروههای عاملی: مراکز فعالیت	۳-۲
۱۰۷	الکانهای زنجیر مستقیم و شاخه‌دار	۴-۲
۱۰۹	نامگذاری الکانها	۵-۲
۱۱۷	خواص ساختمانی و فیزیکی الکانها	۶-۲
۱۲۲	چرخش حول پیوند یگانه: صورتبندی (کانفورماسیون)	۷-۲
۱۲۷	چرخش در اتانهای استخلاف شده	۸-۲
۱۳۱	شمای کلی فصل	
۱۳۲	مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسایل گروهی / مسایل حرفه‌ای	

واکنشهای الکانها: انرژیهای تفکیک پیوند، هالوژناسیون

فصل ۳

رادیکالی و فعالیت نسبی

۱۴۸	قدرت پیوندهای الکان: رادیکالها	۱-۳
۱۵۳	ساختمان رادیکالهای الکیل: هیرکانزوگاسیون	۲-۳
۱۵۵	تبدیل نفت: پیرولیز (شکست حرارتی)	۳-۳
۱۵۹	کلریناسیون متان: مکانیسم زنجیری رادیکالی	۴-۳
۱۶۶	سایر واکنشهای هالوژناسیون متان	۵-۳
۱۶۹	کلریناسیون الکانهای بزرگتر: فعالیت نسبی و گزینش پذیری	۶-۳

۱۷۴	۷-۳	گزینش پذیری در واکنش هالوژناسیون رادیکالی با فلور و برم
۱۷۷	۸-۳	هالوژناسیون رادیکالی سنتزی
۱۷۹	۹-۳	سنتز ترکیبات کلره و لایه ازون استراتوسفر
۱۸۴	۱۰-۳	احتراق و پایداری نسیی الکانها
۱۸۷		شمای کلی فصل
۱۸۸		مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسایل گروهی / مسایل حرفه‌ای

الکانهای حلقوی

فصل ۴

۲۰۰	۱-۴	نام و خواص سیکلوالکانها
۲۰۵	۲-۴	کنش حلقه‌ای و ساختمان سیکلوالکانها
۲۱۱	۳-۴	سیکلو هگزان: یک سیکلوالکان عاری از کنش
۲۱۸	۴-۴	سیکلو هگزانهای استخلاف شده
۲۲۵	۵-۴	سیکلو الکانهای بزرگتر
۲۲۶	۶-۴	الکانهای چند حلقه‌ای
۲۲۹	۷-۴	محصولات کربوسیکلی در طبیعت
۲۳۶		شمای کلی فصل
۲۳۸		مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسایل گروهی / مسایل حرفه‌ای

ایزومرهای فضایی

فصل ۵

۲۶۰	۱-۵	مولکولهای کایرال
۲۶۵	۲-۵	فعالیت نوری
۲۶۹	۳-۵	پیکربندی مطلق: قاعده ترتیبی R/S
۲۷۷	۴-۵	تصویر فینشر
۲۸۲	۵-۵	مولکولهای با چند مرکز فضایی: دیاسترومرها
۲۸۷	۶-۵	ترکیبهای مزو
۲۹۱	۷-۵	شیمی فضایی در واکنشهای شیمیایی
۳۰۰	۸-۵	تفکیک: جداسازی اتانتیومرها
۳۰۵		شمای کلی فصل
۳۰۶		مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسئله گروهی / مسایل حرفه‌ای

خواص و واکنشهای هالوالکانها: واکنشهای استخلافی

فصل ۶

نوکلئوفیلی دو مولکولی

۳۲۶	۱-۶	خواص فیزیکی هالوالکانها
۳۲۸	۲-۶	واکنشهای استخلافی نوکلئوفیلی
۳۳۳	۳-۶	مکانیسم واکنشهای شامل گروههای عاملی قطبی

۳۳۷	نگاهی دقیقتر به مکانیسم واکنشهای استخلافی نوکلئوفیلی: سیتیک
۳۴۰	حمله از سمت جلو یا پشت: شیمی فضایی واکنش SN_2
۳۴۳	نتایج وارونگی پیکربندی در واکنشهای SN_2
۳۴۶	ساختمان و فعالیت در واکنشهای SN_2 : قابلیت گروه ترک شونده
۳۴۸	ساختمان و فعالیت در واکنشهای SN_2 : نوکلوفیل
۳۵۹	ساختمان و فعالیت در واکنشهای SN_2 : سوپرا
۳۶۵	شمای کلی فصل
۳۶۶	مسایل تلفیقی فصل/ مفاهیم مهم/ مسایل/ مسئله گروهی/ مسایل حرفه‌ای

واکنشهای بیشتری از هالوالکانها: واکنشهای استخلافی یک مولکولی و مسیرهای حذفی

فصل ۷

۳۸۰	حلال کافت (مالولیز) هالوالکانهای نوع سوم و دوم	۱-۷
۳۸۲	واکنش استخلافی هسته دوست یک مولکولی	۲-۷
۳۸۶	نتایج شیمی فضایی واکنشهای SN_1	۳-۷
۳۸۸	اثر حلال، گروه ترک شونده و هسته دوست در واکنش استخلافی یک مولکولی	۴-۷
۳۹۱	اثر گروه الکیل روی واکنش SN_1 : پایداری کربوکاتیون	۵-۷
۳۹۶	حذف یک مولکولی: E1	۶-۷
۳۹۹	حذف دو مولکولی: E2	۷-۷
۴۰۴	رقابت بین استخلاف و حذف	۸-۷
۴۰۸	خلاصه فعالیت هالوالکانها	۹-۷
۴۱۰	شمای کلی فصل	
۴۱۱	مسایل تلفیقی فصل/ واکنشهای جدید/ مفاهیم مهم/ مسایل/ مسایل گروهی/ مسایل حرفه‌ای	

گروه عاملی هیدروکسی: خواص الکلها و سنتزهای استراتژیک

فصل ۸

۴۳۰	نامگذاری الکلها	۱-۸
۴۳۳	خواص ساختاری و فیزیکی الکلها	۲-۸
۴۳۷	الکلها به عنوان اسید و باز	۳-۸
۴۴۱	منابع صنعتی الکلها: کربن مونوکسید و ائن	۴-۸
۴۴۲	سنتز الکلها به وسیله جایگزینی نوکلئوفیلی	۵-۸
۴۴۴	سنتز الکلها: ارتباط اکسایش - کاهش بین الکلها و ترکیبات کربونیل	۶-۸
۴۵۴	واکنشگرهای آلی فلزی: منابع کربن نوکلئوفیلی برای سنتز الکلها	۷-۸
۴۶۰	واکنشگرهای آلی فلزی در سنتز الکلها	۸-۸
۴۶۳	الکلهای پیچیده: مقدمه‌ای بر استراتژی سنتزی	۹-۸
۴۷۴	شمای کلی فصل	
۴۷۵	مسایل تلفیقی فصل/ واکنشهای جدید/ مفاهیم مهم/ مسایل/ مسئله گروهی/ مسایل حرفه‌ای	

واکنشهای بیشتری از الکلها و شیمی اترها

فصل ۹

۴۹۷	واکنشهای الکلها با باز: تهیه الکوکسیدها	۱-۹
۴۹۹	واکنشهای الکلها با اسیدهای قوی: یونهای الکیل اکسونیم در واکنشهای استخلافی و حذفی الکلها	۲-۹
۵۰۲	نوآرایی کربوکاتیونها	۳-۹
۵۱۰	تهیه استرها آلکی و غیر آلکی از الکلها	۴-۹
۵۱۵	نامگذاری و خواص فیزیکی اترها	۵-۹
۵۲۰	استر اتر و بلیامسون	۶-۹
۵۲۶	استر اترها از الکلها و اسید معدنی	۷-۹
۵۲۹	واکنشهای اترها	۸-۹
۵۳۳	واکنشهای اکسایش کلروپروپانها	۹-۹
۵۳۹	مشابه‌های گوگردی الکلها و اترها	۱۰-۹
۵۴۴	خواص فیزیولوژیکی و موارد استفاده از الکلها و اترها	۱۱-۹
۵۵۲	شمای کلی فصل	
۵۵۲	مسایل تلفیقی فصل / واکنشهای جدید / مفاهیم مهم / مسایل / مسئله گروهی / مسایل حرفه‌ای	

کاربرد طیف سنجی رزونانس مغناطیس هسته‌ای در تعیین ساختمان مولکولی

فصل ۱۰

۵۷۶	آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی	۱-۱۰
۵۷۷	تعریف طیف سنجی	۲-۱۰
۵۸۲	رزونانس مغناطیس هسته‌ای پروتون	۳-۱۰
۵۸۷	استفاده از طیفهای NMR برای تجزیه و تحلیل ساختمان مولکولی: جابه‌جایی شیمیایی	۴-۱۰
۵۹۵	آزمایشهای مربوط به معادل بودن شیمیایی	۵-۱۰
۶۰۳	انتگرال‌گیری	۶-۱۰
۶۰۶	شکافتگی اسپین - اسپین: تأثیر هیدروژنهای مجاور نامعادل	۷-۱۰
۶۱۸	شکافتگی اسپین - اسپین: مشکلات و پیچیدگیها	۸-۱۰
۶۲۹	رزونانس مغناطیس هسته‌ای کربن - ۱۳	۹-۱۰
۶۴۲	شمای کلی فصل	
۶۴۳	مسایل تلفیقی فصل / مفاهیم مهم / مسایل / مسئله گروهی / مسایل حرفه‌ای	