

شیمی آلی ۱

تألیف:

دکتر سید حسین حسینی

عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

و

دکتر سید حسین عبدی اسکویی

عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء (س)

دانشگاه امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات

مؤسسه چاپ و انتشارات
دانشگاه امام حسین(ع)



۲۲۱

سری شیمی - ۱۷

• عنوان: شیمی آلی ۱

• تألیف: دکتر سید حسین حسینی / دکتر سید حسین عبدی اسکویی

• حروفچینی و صفحه‌آرایی: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع) (اکرم کیامنش)

• طراحی جلد: فرانک رضایی

• لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)

• ناظر فنی چاپ: سید محمدباقر موسوی

• نوبت چاپ: اول (۱۳۸۵)

• شمارگان: ۱۷۰۰ نسخه

• نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، مؤسسه

چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۷۳۱۳۸۳۳-۳۷ دورنگار: ۷۷۳۰۸۶۴۰-۷۷۳۱۳۸۳۷ ص.پ. ۹۹۵-۱۶۷۶۵

• مراکز پخش: ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ مؤسسه چاپ و انتشارات

دانشگاه امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۸۲۹۲۹۷ دورنگار: ۸۸۸۳۹۲۹۸

۲- تهران، خیابان انقلاب اسلامی، رویروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی

امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۲ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین(ع)،

تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۴۱۷۹

• کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه امام حسین(ع) محفوظ است.

حسینی، حسین، ۱۳۴۴ -

شیمی آلی (۱) / تألیف حسین حسینی و حسین عبدی اسکویی. -- تهران: دانشگاه امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ

و انتشارات، ۱۳۸۵.

۴۳۷ ص: مصور، جدول. (دانشگاه امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات: ۲۲۱، سری شیمی: ۱۷)

ISBN: 964-452-217-6

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.

۱. شیمی آلی، الف. عبدی اسکویی، حسین، ۱۳۲۲ - ب. دانشگاه امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ج.

عنوان.

۵۴۷

ش ۲۵۱/۲ ح ۹

۳۸۲۳ - ۸۵م

کتابخانه ملی ایران

سخن ناشر

بسم الله الرحمن الرحيم

«يرفع الله الذين امنوا منكم والذين او توالوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می گرداند.

(سوره مبارکه مجادله - آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال گرا می دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت گیری او به سمت کمال بی نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که - به تعبیر استاد شهید مطهری - زیبایی عقل است؛ علمی که انسان خداجو در آن نشانه های معبود را می جوید و می یابد و علمی که هر چه فزون تر می گردد، دارنده آن را به خدا نزدیک تر می کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه امام حسین (ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب اسلامی که خود برآمده از عمق ارزشهای الهی و انقلابی است به عنوان تنها دانشگاه جامع علمی - نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه ای کم نظیر برای نمایش لیاقت ها و

توانمندی‌های علمی - پژوهشی نیروهای مخلص حزب‌اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف علمی را در سرلوحه فعالیت‌های خویش قرار داده است. این دانشگاه از ابتدای تأسیس، سعی وافر در ترویج و نشر علوم مختلف داشته و آثاری نیز عرضه نموده است که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است.

درس شیمی آلی یکی از دروس پایه در رشته‌های کشاورزی، نساجی، پزشکی و خصوصاً رشته‌های مختلف علوم پایه می‌باشد که دارای اهمیت بسزایی در فراگیری علم شیمی دارد. گستردگی این علم بگونه‌ای است که دانشجویان بایستی آن را در چندین قسمت مختلف تحت عناوین شیمی آلی ۱، ۲ و ۳، سنتز مواد آلی و غیره در ترم‌های متفاوت مطالعه نمایند. مطالعه درس شیمی آلی ۱ این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌سازد تا اصول اولیه و پایه شیمی آلی در زمینه‌های مختلف آلکان‌ها، شیمی فضایی، الکیل هالیدها، اترها، اپوکسیدها و غیره را بیاموزند.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گرفته و با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

و من ... التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه امام حسین (ع)

آقای دکتر سید حسین حسینی متولد سال ۱۳۴۴ تهران می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته شیمی محض در سال ۱۳۶۹ از دانشگاه مازندران و مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته شیمی آلی با گرایش پلیمر در سال ۱۳۷۲ از دانشگاه تبریز و مدرک دکترای تخصصی خود را در رشته شیمی آلی با گرایش پلیمر در سال ۱۳۷۸ از همان دانشگاه و زیر نظر پروفسور علی‌اکبر انتظامی اخذ نمود، در حال حاضر عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین (ع) می‌باشند. ایشان دارای فوق تخصص در زمینه پلیمرهای رسانا بوده و تاکنون بیش از ۲۵ مقاله علمی-پژوهشی در مجلات معتبر ISI و بیش از ۳۰ مقاله در سمینارها و کنفرانس‌های ملی و ۲۰ مقاله در سمینارها و کنفرانس‌های بین‌المللی به چاپ رسانده‌اند. یکی از مقالات ایشان تحت عنوان "Chemical and electrochemical synthesis of conducting graft copolymer of vinylacetate with pyrrole and studies of its gas toxic gas sensors" به عنوان یکی از ده مقاله برتر در کنفرانس "پلیمرها در هزاره سوم" در سال ۲۰۰۱ شناخته و معرفی گردید. ایشان کلیه دروس مرتبط با شیمی آلی و علوم پلیمری را در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مختلف دولتی و آزاد تدریس نموده و راهنمایی پروژه‌ها و پایان‌نامه‌های متعددی را نیز در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مختلف به‌عهده دارند. دکتر حسینی به مدت دو سال مدیر گروه شیمی دانشکده علوم پایه بوده و تاکنون نیز بیش از سه سال است که عضو و مسؤول حوزه علوم پایه کمیسیون برنامه‌ریزی

آموزشی دانشگاه امام حسین (ع) می‌باشند. ایشان تاکنون بیش از ده پروژه نظامی، صنعتی و غیرصنعتی را با موفقیت تمام به پایان رسانیده و چندین طرح صنعتی را نیز در زمینه مواد سلولزی و دارویی و در اشل نیمه‌صنعتی اجرا نموده‌اند. دکتر سیدحسین حسینی عضو انجمن پلیمر ایران، انجمن شیمی و مهندسی ایران، انجمن پلیمر اروپا و انجمن پلیمر امریکا می‌باشند. وی در حال حاضر یکی از داوران مجله *Iranian Polymer Journal* و یکی از داوران آسیایی مجلات *Journal of Applied Polymer Science* و *Analytica Chimica Acta* می‌باشند.

دکتر حسینی علاوه بر فعالیت‌های دانشگاهی در زمینه‌های ورزشی نیز فعال بوده و در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۶۹ عضو تیم ملی تکواندو کشور اعزامی به مسابقات جهانی اسپانیا بوده‌اند. ایشان به مدت ۲ سال رئیس هیئت تکواندو نیروهای مسلح بوده و تیم ملی تکواندو نیروهای مسلح تحت سرپرستی و هدایت ایشان مقام نایب قهرمانی جهان را در سال ۲۰۰۳ کرواسی کسب نموده است. وی در حال حاضر نیز سرمربی تیم ملی تکواندو دانشگاه‌های ایران بوده و تیم ملی تکواندو دانشجویان ایران را طی سال‌های ۲۰۰۰ (تایوان) و ۲۰۰۴ (یونان) به ترتیب به عناوین سومی و نایب قهرمانی جهان رسانده‌اند. ضمن اینکه چندین قهرمانی در تورنمنت‌های بین‌المللی نیز در کارنامه ورزشی ایشان می‌درخشد. ایشان از سال ۱۳۷۵ تاکنون رئیس انجمن تکواندو وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشند.

فهرست

پیشگفتار (سیزده)

فصل اول: پیوندهای کووالانسی و اشکال مولکول‌ها	۱
۱-۱. ساختار الکترونی اتم‌ها	۲
۲-۱. مدل پیوندی لوئیس	۵
۳-۱. زوایای پیوندی و اشکال مولکول‌ها	۱۸
۴-۱. گروه‌های عاملی	۲۴
۵-۱. ایزومری ساختاری	۲۸
۶-۱. رزونانس	۳۰
۷-۱. مکانیک کوانتومی یا موجی	۳۶
۸-۱. روش پیوند ظرفیتی در مطالعه پیوند کووالانسی	۳۹
۹-۱. روش اوربیتال مولکولی در تشکیل پیوند کووالانسی	۴۷
خلاصه	۵۵
مسائل اضافی	۵۷

فصل دوم: آلکان‌ها و سیکلوآلکان‌ها	۶۷
۱-۲. ساختار آلکان‌ها	۶۷
۲-۲. ایزومری ساختاری در آلکان‌ها	۶۸
۳-۲. نامگذاری آلکان‌ها	۷۱
۴-۲. سیکلوآلکان‌ها	۸۰
۵-۲. سیستم آیوپاک - یک سیستم نامگذاری کلی	۸۶
۶-۲. صورت‌بندی آلکان‌ها و سیکلوآلکان‌ها	۸۸
۷-۲. ایزومری سپس - ترانس در سیکلوآلکان‌ها و بیسیکلوآلکان‌ها	۱۰۴
۸-۲. خواص فیزیکی آلکان‌ها و سیکلوآلکان‌ها	۱۱۰

۱۱۴	۹-۲. واکنش‌های آلکان‌ها
۱۱۷	۱۰-۲. سوخت‌های فسیلی، یک منبع انرژی مشکل‌آفرین
۱۱۷	۱۱-۲. نکاتی درباره واکنش‌پذیری
۱۱۸	۱۲-۲. مکانیسم کلردار شدن و برم‌دار شدن آلکان‌ها
۱۳۴	۱۳-۲. جایگزینی رادیکالی هیدروژن‌های بنزینی و آلیلی
۱۳۸	۱۴-۲. شیمی فضایی واکنش‌های جایگزینی رادیکالی
۱۴۰	۱۵-۲. واکنش‌های ترکیبات حلقوی
۱۴۲	۱۶-۲. واکنش‌های رادیکالی در سیستم‌های بیولوژیکی
۱۴۶	۱۷-۲. منابع آلکان‌ها
۱۵۱	خلاصه واکنش‌های کلیدی
۱۵۲	مسائل اضافی

۱۶۱	فصل سوم: اسیدها و بازها
۱۶۱	۱-۳. اسید و باز آرنیوس
۱۶۲	۲-۳. اسید و باز برونشتد و لوری
۱۶۵	۳-۳. میزان کمی قدرت اسیدها و بازها
۱۶۸	۴-۳. موقعیت تعادل در واکنش‌های اسید-باز
۱۷۰	۵-۳. اسید و باز لوئیس
۱۷۳	خلاصه واکنش‌های کلیدی
۱۷۴	مسائل اضافی

۱۷۷	فصل چهارم: کایرالیت
۱۷۸	۱-۴. ایزومری
۱۷۹	۲-۴. روش‌های تشخیص پیکربندی
۱۸۴	۳-۴. کایرالیت
۱۹۰	۴-۴. نامگذاری انانتیومرها، سیستم R-S
۱۹۲	۵-۴. فرمول تصویربندی فیشر
۱۹۴	۶-۴. فعالیت نوری: کایرالیت را چگونه در آزمایشگاه تشخیص می‌دهند
۲۰۰	۷-۴. مولکول‌های غیرحلقوی با دو یا چند مرکز فضایی
۲۰۳	۸-۴. مولکول‌های حلقوی با دو یا چند مرکز فضایی

۲۰۹	۹-۴. خواص ایزومرهای فضایی
۲۰۹	۱۰-۴. جداسازی آنانتیومرها: تفکیک
۲۱۲	۱۱-۴. اهمیت کایرالیت در جهان زیست‌شناسی
۲۱۵	۱۲-۴. مولکول‌های حاوی مراکز فضایی به عنوان واکنش‌دهنده یا محصول
۲۲۰	خلاصه
۲۲۲	مسائل اضافی
۲۳۱	فصل پنجم: آلکیل هالیدها
۲۳۱	۱-۵. ساختار
۲۳۲	۲-۵. نامگذاری
۲۳۵	۳-۵. خواص فیزیکی
۲۳۸	۴-۵. تهیه
۲۴۱	۵-۵. واکنش با بازها و نوکلئوفیل‌ها
۲۴۲	۶-۵. جایگزینی نوکلئوفیلی آلفاتیک
۲۴۶	۷-۵. مکانیسم‌های جایگزینی نوکلئوفیلی آلفاتیک
۲۸۰	۸-۵. تبدیل الکل‌ها به آلکیل هالیدها: نگاهی دقیق‌تر
۲۸۳	۹-۵. کاتالیز انتقال فاز
۲۸۶	۱۰-۵. حذف - β
۳۰۰	۱۱-۵. جایگزینی در مقایسه با حذف
۳۰۴	خلاصه واکنش‌های کلیدی
۳۰۶	مسائل اضافی
۳۱۵	فصل ششم: الکل‌ها و تیول‌ها
۳۱۶	۱-۶. ساختار الکل‌ها و تیول‌ها
۳۱۷	۲-۶. نامگذاری
۳۲۱	۳-۶. خواص فیزیکی
۳۲۷	۴-۶. تهیه الکل‌ها
۳۴۷	۵-۶. واکنش‌های الکل‌ها
۳۸۲	۶-۶. واکنش تیول‌ها
۳۸۴	خلاصه واکنش‌های کلیدی
۳۸۷	مسائل اضافی

۳۹۷	فصل هفتم: اترها و اپوکسیدها
۳۹۷	۱-۷. ساختار اترها
۳۹۸	۲-۷. نامگذاری اترها
۴۰۰	۳-۷. خواص فیزیکی اترها
۴۰۲	۴-۷. تهیه اترها
۴۰۸	۵-۷. تهیه تیول‌ها و سولفیدها
۴۱۰	۶-۷. واکنش‌های اترها و سولفیدها
۴۱۴	۷-۷. اپوکسیدها
۴۱۹	۸-۷. واکنش اپوکسیدها
۴۲۶	خلاصه واکنش‌های کلیدی
۴۲۹	مسائل اضافی

پیشگفتار

سپاس و ستایش بیکران خداوندی را که توفیق عنایت فرمود تا در مسیر تعلیم و تربیت فرزندان شایسته ایران اسلامی قدمی ناچیز برداریم.

این کتاب متناسب با دانشجویان رشته‌های علوم پایه خصوصاً شیمی نگارش شده و لازم است دانشجویان این رشته طی یک ترم تحصیلی آن را فرا گرفته و در مراحل بعدی مورد استفاده قرار دهند. این کتاب مبتنی بر اصول پایه ترکیبات آلی بوده و حاوی واکنش‌ها و مکانیزم‌های مربوط به آن می‌باشد. همچنین امیدوار هستیم این کتاب و دو جلد بعدی آن تحت عناوین شیمی آلی ۲ و ۳ بتواند سایر نیازهای رشته‌های دیگر علوم به درک بیشتری از شیمی آلی از جمله پزشکی، داروسازی، زیست‌شناسی، کشاورزی، نساجی، رنگ و نیز سایر علوم بین رشته‌ای مانند بیولوژی، بیوشیمی، فیزیولوژی و همچنین علوم پلیمری و غیره را برآورده سازد.

این کتاب براساس نیاز درسی "شیمی آلی" در مقطع کارشناسی با استفاده از منابع مختلف بر اساس تجارب چندین ساله مؤلفین در تدریس این درس در دانشگاه‌ها و دانشکده‌های مختلف تدوین، تکمیل و تألیف شده است. کتاب حاضر متناسب با سرفصل‌های درس شیمی آلی ۱ مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در مقطع کارشناسی تهیه و تنظیم گردیده است. این کتاب مشتمل بر ۷ فصل می‌باشد که فصل اول آن شامل مروری بر ساختار الکترونی اتم‌ها و مولکول‌ها بوده و با استفاده از مدل VSEPR شکل‌های مختلف مولکول‌ها و یون‌ها پیشنهاد گردیده است. در ادامه این فصل مقدمه‌ای بر برخی از گروه‌های عاملی ترکیبات آلی مانند الکل‌ها، اترها، آلدهیدها، کتن‌ها، اسیدهای کربوکسیلیک و استرها ارائه شده و سپس مروری نیز بر تئوری رزونانس، حرکت الکترون‌ها و قوانین مرتبط با آن خواهیم داشت تا دانشجویان عزیز، آمادگی اولیه نوشتن مکانیزم‌های واکنش و نیز فهم بیشتر فعالیت‌های شیمیایی را کسب نمایند. در این فصل سعی شده است مقدمه‌ای نیز بر مکانیک کوانتومی و شرح پیوند کووالانسی با استفاده از مدل‌های پیوند والانس و اوربیتال مولکولی ارائه گردد. در فصل دوم نیز شکل، ساختار و نامگذاری آلکان‌ها و سیکلوآلکان‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و سعی شده است دانشجویان را به خوبی با نحوه نامگذاری IUPAC آشنا ساخته تا قادر باشند این نوع نامگذاری را با سایر نامگذاری‌های معمول و گاه متداول تمایز دهند. در فصل سوم نیز مقدمه‌ای بر شیمی اسید - باز ارائه شده و نحوه اندازه‌گیری کمی و کیفی واکنش‌های تعادلی

اسید - باز را مورد بررسی قرار خواهیم داد. آگاهی از شیمی اسید - باز، دانشجویان را قادر خواهد ساخت تا شناخت بهتری نسبت به محاسبات، اندازه‌گیری و قدرت اسید و باز و همچنین فهم بیشتری نسبت به فعالیت شیمیایی حاصل نمایند. فصل چهارم مروری بر ایزومری شامل صورت‌بندی، پی‌گربندی، سیس و ترانس / E-Z / داشته و در ادامه به طور مفصل کایرالیت، انانتیومری، دیاسترنومری و نیز نحوه نامگذاری R و S را شرح خواهیم داد. فصل پنجم که مهمترین بخش این کتاب می‌باشد شامل الکیل هالیدها می‌باشد. در این بخش برخی از اصول مهم شیمی آلی شامل مکانیزم‌های واکنش‌های جانشینی نوکلئوفیلی (S_N1 و S_N2) و واکنش‌های حذفی (E_1 و E_2) از جنبه‌های مختلف شیمی فضایی، سینتیک، اثر حلال، ارتباط بین ساختمان و فعالیت شیمیایی و غیره را مورد بررسی کامل قرار خواهیم داد. در فصل ششم که شامل شیمی الکل‌ها و تیول‌ها می‌باشد ارتباط بین ساختمان و فعالیت شیمی الکل‌ها را مورد بررسی قرار داده و روش‌های مختلف تهیه و واکنش‌های شیمیایی مربوط به آنها را با جزئیات بیشتری توضیح خواهیم داد. فصل هفتم و آخرین فصل این کتاب نیز شامل شیمی اترها و اپوکسیدها بوده و در آن واکنش‌های تهیه و واکنش‌های شیمیایی آنها مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه واکنش‌های جانشینی نوکلئوفیلی را نیز در مورد آنها توضیح خواهیم داد.

در پایان از همکاری صمیمانه معاون محترم پژوهشی دانشگاه امام حسین (ع) جناب آقای دکتر محمود تولایی؛ مدیر محترم خدمات علمی، آقای ابوالفضل سعیدی و مسؤول محترم مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه، جناب آقای سیدمحمدباقر موسوی که در انجام مراحل مختلف تصویب و چاپ این کتاب نهایت همکاری را مبذول داشتند و همچنین از معاونت پژوهشی دانشکده علوم و مهندسی جناب آقای مهندس محمد غلامی تقدیر و تشکر می‌نماییم؛ علی‌الخصوص از سرکار خانم اکرم کیامانش نیز بخاطر تلاش بی‌قافه و خستگی‌ناپذیر در حروفچینی مطالب کتاب و صفحه‌آرایی آن، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

اینجانبان از خانواده‌های محترم و فرزندان گرامی‌مان که با ایجاد محیط آرامش‌بخش فرصت مناسبی را جهت تألیف این کتاب فراهم نمودند نیز تشکر می‌کنیم و از ایزد منان سلامتی و موفقیت برای همه عزیزان خواستاریم. موجب سپاسگزاری خواهد بود که اساتید و همکاران محترم و دانشجویان عزیز با مطالعه این کتاب کمبودها و نواقص موجود را به منظور اصلاحات در تجدید چاپ با مؤلفین مطرح نمایند. خداوند به همه ما توفیق خدمتگزاری به اسلام، انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز را عنایت فرماید.

مؤلفین

بهار ۱۳۸۵