



کاربرد شیمیایی نظریهٔ گروه

ف. آلبرت کاتن

ترجمهٔ عباس رضوی

مرکز نشر دانشگاهی، تهران



Chemical Applications of Group Theory
F. Albert Cotton
Second Edition
Wiley-Interscience, 1971

کاربرد شیمیایی نظریه گروه

تألیف ف. آلبرت کاتن

ترجمه دکتر عباس رضوی

ویراسته عبدالله ارگانی

مرکز نشر دانشگاهی

چاپ اول ۱۳۶۵

چاپ دوم ۱۳۸۷

تعداد ۱۰۰۰

۵۲۰۰ تومان

لیتوگرافی: خواندنیها

چاپ: حیدری

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

Cotton, Frank Albert

سرشناسه: کاتن، فرانک آلبرت، ۱۹۲۰ - م.

عنوان و نام پدیدآور: کاربرد شیمیایی نظریه گروه / ف. آلبرت کاتن؛ ترجمه عباس رضوی.

مشخصات نشر: تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۵.

مشخصات ظاهری: شش، ۲۴۸ ص: مصور، جدول، نمودار.

فروست: مرکز نشر دانشگاهی؛ ۲۲۰. شیمی و مهندسی شیمی؛ ۲۲.

شابک: 978-964-01-0220-6. ۵۲۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی: *Chemical applications of group theory*

یادداشت: چاپ دوم، ۱۳۸۷ (فیا).

یادداشت: کتابنامه: ص. [۴۴۵] - ۴۴۸.

موضوع: نظریه مولکولی.

موضوع: نظریه گروهها.

شناسه افزوده: رضوی، عباس، مترجم.

شناسه افزوده: مرکز نشر دانشگاهی

رده بندی کنگره: ۱۳۶۵ / ۵۲۰۲ / ۱ / QD۲۶۱

رده بندی دیویی: ۵۴۱ / ۲۲

شماره کتابشناسی ملی: ۳۸۹۵ - ۷۱ م

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۳	پیشگفتار چاپ اول
۵	قسمت اول: اصول
۷	۱- مقدمه
۱۱	۲- تعاریف و قضایای نظریه گروه
۱۱	۲-۱ خواص اساسی گروه
۱۳	۲-۲ مثالی چند از گروهها
۱۸	۲-۳ زیرگروهها
۲۰	۲-۴ طبقات
۲۲	تمرینها
۲۵	۳- تقارن مولکولی و گروههای تقارن
۲۵	۳-۱ بررسی کلی موضوع
۲۶	۳-۲ عناصر تقارن و اعمال تقارنی
۲۷	۳-۳ صفحههای تقارن و انعکاسها
۳۰	۳-۴ مرکز وارونگی
۳۱	۳-۵ محورهای چرخش متعارف و چرخشهای متعارف

صفحه	عنوان
۳۶	۳-۶ محورهای چرخش نامتعارف و چرخشهای نامتعارف
۴۰	۳-۷ حاصلضربهای اعمال تقارنی
۴۲	۳-۸ عناصر تقارن هم ارز و اتمهای هم ارز
۴۴	۳-۹ روابط کلی بین عناصر تقارن و اعمال تقارنی
۴۵	۳-۱۰ عناصر تقارن و ایزومری نوری
۴۷	۳-۱۱ گروههای نقطه‌ای تقارن
۵۳	۳-۱۲ تقارن با محورهای چندگانه مرتبه بالا
۶۰	۳-۱۳ روشی برای طبقه‌بندی تقارن مولکولها
۶۲	۳-۱۴ مثالهای نمایی
۶۸	۳-۱۵ طبقات اعمال تقارنی
۷۲	تمرینها
۴- نمایش گروهها	
۷۹	۴-۱ بهضی خصوصیات ماتریسها و بردارها
۹۴	۴-۲ نمایشهای گروهها
۹۸	۴-۳ قضیه مهم تئامد و نتایج آن
۱۰۶	۴-۴ جدولهای ماهیت
۱۰۹	۴-۵ نمایشهای گروههای حلقه‌ای
۱۱۴	تمرینها
۵- نظریه گروه و مکانیک کوانتوم	
۱۱۵	۵-۱ نوابج موجی، مبانی نمایشهای کاهش ناپذیر
۱۲۱	۵-۲ حاصلضرب مستقیم
۱۲۵	۵-۳ شناسایی عناصر غیر صفر ماتریس
۱۲۷	تمرینها
۶- ترکیبات خطی تقارن-سازگار	
۱۲۹	۶-۱ ملاحظات اولیه
۱۳۰	۶-۲ ابرانوردتصویر
۱۳۶	۶-۳ مثالهای نمایی

صفحه	عنوان
۱۲۵	تمرینها
۱۲۷	قسمت دوم: کاربردها
۱۲۹	۷- نظریه اوربیتال مولکولی از نظر سه تبارن
۱۲۹	۷-۱ اصول کلی
۱۵۷	۷-۲ قطعه بندی تقارنی معادلات سکولار
۱۶۰	۷-۳ سیستمهای هیدروکربنهای حلقه ای
۱۷۷	۷-۴ موارد عمومی نحوه تشکیل LCAO-MO پیوند π
۱۹۰	۷-۵ يك تمرین: نفتالین
۱۹۵	۷-۶ تحریکهای الکترونی نفتالین: دستورهای گزینش و تبادل آرایش
۲۰۱	۷-۷ تشکیل پیوندهای سه مرکزی
۲۰۹	۷-۸ دستورهای گزینش بر مبنای تقارن برای واکنشهای حلقه ساز
۲۲۲	تمرینها
۲۲۷	۸- اوربیتالهای هیبرید و اوربیتالهای مولکولی برای مولکولهای نوع AB_n
۲۲۷	۸-۱ مقدمه
۲۲۸	۸-۲ خواص تبدیلی اوربیتالهای اتمی
۲۳۳	۸-۳ شماهای هیبرید شدن اوربیتالهای s
۲۴۰	۸-۴ شماهای هیبرید شدن برای تشکیل پیوند π
۲۴۹	۸-۵ اوربیتالهای هیبرید به عنوان ترکیبهای خطی اوربیتالهای اتمی
۲۵۴	۸-۶ نظریه اوربیتال مولکولی برای مولکولهای نوع AB_n
۲۵۹	۸-۷ رابطه بین روش اوربیتال مولکولی و روش هیبرید (شدن)
۲۶۱	۸-۸ اوربیتالهای مولکولی برای مولکولهای هشت وجهی و چهار وجهی منظم
۲۶۷	۸-۹ اوربیتالهای مولکولی برای ترکیبات ساندویچی فلز
۲۷۹	تمرینها
۲۸۱	۹- نظریه میدان لیگاند
۲۸۱	۹-۱ ملاحظات مقدماتی
۲۸۲	۹-۲ ساختارهای الکترونی آنها و یونهای آزاد
۲۸۹	۹-۳ شکاف سطوح وترمها در محیط شیمیایی

صفحه	عنوان
۲۹۶	۲-۹ برپایی نمودارهای سطوح انرژی
۳۱۵	۵-۹ تخمین انرژیهای اوربیتالی
۳۲۲	۶-۹ دستورهای گزینش و قطبشها
۳۳۳	۷-۹ گروههای دوگانه
۳۳۸	تمرینها
۱۰- ارتعاشات مولکولی	
۳۴۱	۱-۱۰ ملاحظات مقدماتی
۳۴۱	۲-۱۰ تقارن ارتعاشات نرمال
۳۴۲	۳-۱۰ تعیین انواع تقارن شیوههای نرمال
۳۴۷	۴-۱۰ شرکت (سهام) مختصات داخلی ویژه در شیوههای نرمال
۳۵۵	۵-۱۰ نحوه محاسبه ثابتهای نیرو: روش ماتریس F و G
۳۵۷	۶-۱۰ دستورهای گزینشی برای انتقالات ارتعاشی اصلی
۳۶۵	۷-۱۰ مثالهای نمایی
۳۶۹	۸-۱۰ بعضی اثرات ویژه مهم
۳۷۹	تمرینها
۳۸۹	
۳۹۱	قسمت سوم: پیوستها

پیشگفتار

در هفت سالی که از توشن چاپ اول کاردهای شیمیایی نظریه‌گروه می‌گذرد، من هر ساله مستراً به تدریس درسی درباره مطالب این کتاب مشغول بوده‌ام. تغییرات تدریجی تکاملی در درس سرانجام به وضعیتی منجر گشت که دیگر کتاب و درس آنطوری که می‌بایست در ارتباط نزدیک با یکدیگر نبودند. از این رو من کتاب را بازخوانی کرده سطح آن را منطبق با درس بالا آوردم.

کتاب جدید شخصیت و عطر کتاب قدیم را از دست نداده است - حداقل من این طور امیدوارم. هدف کتاب آموختن نحوه استفاده از استدلالهای تفارن به شیمیدان تجربی است به نحوی که او آن را بر معنی و مفید دریابد. ضمناً کوشش کرده‌ام از آوردن مطالب سطحی‌نا لازم و اضافی اجتناب کنم (نتیجه اسفناك يك تمايل اشتباه مشهود در بسیاری از کتابها و مقاله‌ها درباره نظریه برای شیمیدان با هدف کمک به شیمیدان درمانده در مقابل مشکلات ریاضی) که نهایتاً به ناتوانی و دل‌سردی منتهی می‌شود. يك تعلیم خیلی فشرده یا خیلی ساده برای استفاده از استدلالهای تفارن چیزی جز از دست دادن زمانی که وقف آن گردیده به همراه نخواهد داشت. من فکرمی‌کنم که موضوع محتاج و مستحق توجه دانشجو برای يك درس يك ترمی می‌باشد. دانشجویی که به مطالب این کتاب مسلط باشد خواهد دانست که چه انجام می‌دهد، چرا آن را انجام می‌دهد و چگونه آن را انجام دهد. محدوده مطالب طوری است که به نظر من بخش بزرگی از شیمیدانهای آلی، معدنی و شیمی فیزیک ضمن فعالیت پژوهشی روزمره خود با آن روبه‌رو هستند.

این کتاب از سلف خود از سه جهت متمایز است. اول، افزایش محسوس مواد ترمینی و نمایشی از آنجایی که تقاضا برای يك کتاب متن آموزشی در این زمینه خیلی فراتر از آن رفت که من بدواً فکرمی‌کردم کوشش نمودم چاپ جدید را با وسایل تعلیم و تربیتی مناسب مجهز کنم تا این احتیاج مرتفع گردد.

دوم، نحوه بررسی بعضی از موضوعات در نتیجه تجربیات کلاس درس تغییر داده شده است - من امیدوارم که بهتر شده باشد. این بهتر شدن عرضه نه شامل بسط دادن محتوا

و نه دقیقتر کردن آن می شود بلکه صرفاً در زمینه ارائه راههای بهتر برای مسائل پایه انجام گرفته. چنین بهتر شدنهایی را می توان به ویژه در بخشهای ۲ و ۳ جایی که فکر نظریه گروه مجرد و متقارنترین گروهها بحث می شوند، یافت.

بالاخره، مطالب جدید و روشهای دقیقتر در چندین محل معرفی شده اند. عمده موارد اینها هستند (۱) عرضه صریح اپراتور تصویر و (۲) تشریح بررسی F و G ماتریسی ارتعاشهای مولکولی. هر چند که اپراتورهای تصویر ممکن است ابتدا کمی غیرمجاز به نظر برسند، ولی قدرت و سهولت و اهمیت تقریباً عام ترکیبات خطی تقارن سازگار (SALCهای) توابع پایه ای که آنها تولید می کنند، توجیه کننده کوششی است که معرف یادگیری آنها می شود.

دانشجو بدین شکل خود را برای همیشه از شرحیاری و بی اطمینانی تقریبهای «ذهنی» و باری به هر جهت رها می سازد. از این رو بخش جدیدی که شامل معرفی و بسط اپراتورهای تصویر است افزوده گردیده که الزاماً به تفسیرات زیادی در قسمتهای بعد انجامیده است. به علت علاقه روز افزون شیمی دانها بکارگیری کمی - یا اقل - نیمه کمی نه سطیهای ارتعاشی برای به دست آوردن اطلاعات در مورد قدرت پیوند، بسط بررسی ارتعاشهای مولکولی با توصیفی از روش مؤثر ماتریس F و G برای تحلیلهای ارتعاشی مجاز به نظر می رسد. این واقعیت که روش کار آبی اپراتور تصویر برای برپائی مختصات تقارن نیز معرفی گردیده است، افزودن این مطالب را بیشتر عملی و دلخواه می سازد. از دیدگاه تأثیر زیادی که قواعد تقارنی در ارتباط با شیمی فضایی و اکشهای هماهنگی آزمایشی و حلقه ای داشته اند در سالهای جدید معرفی مفصلی در باره این موضوع اضافه گردیده است.

در خاتمه وظیفه خوشایند من است که از نسل جدید دانشجویان برای همکاری فزاینده شان تشکر نمایم. بسیاری از این دانشجویان کسانی بودند که سؤالات و انتقاداتشان مرا به فکر کوشش در جهت یافتن راههای بهتر برای عرضه موضوع انداخت. من به خصوص از پروفیسور دیوید آل. ویور، خانم دکتر ماری د. لاپراد، باری جی. دیور و جیمز اسمیت و همچنین آقایان، جی. بولیت، جی. آر. بیبال، ام. لوکهارت و جی. جی. نورمن، جی. آر. به خاطر همکاری صمیمانه شان در تصحیح پیش نویس تشکر کنم. بالاخره، دوشیزه مریلین میلان به علت سرعت و دقت زیادش در تایپ کمک زیادی به سبک کردن بار تهیه جزوه جدید کرد.

ف. آلبرت کاتن
کمبریج، ماساچوست
می ۱۹۷۰

پیشگفتار چاپ اول

این کتاب يك درس يك ترمی است که سالهای چندی در انستیتوی فنسون ماساچوست (MIT) به دانشجویان سالهای آخر لیسانس و فوق لیسانس آموخته می‌شد. تشریح مطالب خاضعانه است از این نظر که من از اینکه از نظر ریاضی پیشرفته یا گاهی دقیق و پُرگو نباشم درنگ نکرده‌ام به خصوص درجائی که احساس کردم این کار واقعاً کمک می‌کند تا موضوع برای دانشجوی متوسط پرمعنیتر و قابل فهم‌تر شود. منظور من، از دانشجوی متوسط دانشجویی است که علاقه‌ای به نظریه‌دان بودن ندارد بلکه می‌خواهد برای استراژی مورد استفاده نظریه‌دانها هنگام بررسی مسائل که در آنها خصوصیات تقارن مهم می‌باشند احساس داشته باشد و دارای يك دانش کاری از تکنیکهای جا افتاده و متعارف باشد. من فکرمی کم که قدرت زیاد و زیبایی روشهای تقارنی، بدون ذکر اهمیت والای آن در تمام زمینه‌های شیمی و نتایجی که به دست می‌دهند، شیمیدانها را ملزم می‌سازد تا خود را به اصول بنیادی و کاربردهای اصلی روشهای نظریه گروه مجهز سازند.

با وجود این واقعیت که به نظرمی رسد علاقه روزافزونی در میان شیمیدانها برای به دست آوردن این دانش وجود دارد، هنوز فقط تعداد کمی، غیر از نظریه‌دانهای حرفه‌ای، اینکار را کرده‌اند. تا آنجا که من مطلع هستم در این زمینه تا کنون کتابی در دسترس نمی‌باشد که قلب کسانی را که دارای علاقه فطری به نظریه‌های ظاهراً نا آشنا می‌باشند از وحشت به لرزه نیندازد. به نظر من رسید که ایده‌هایی از نوع ارائه شده در این کتاب سریعاً توسط بخش گسترده‌ای از شیمیدانها جذب نمی‌گردد مگر اینکه به نحوی حتی الامکان کم ادعا و متواضع ارائه شود. کوشش من بر این بوده است که این کتاب را طوری ارائه دهم که بتوان آن را قبل از خواب بدون استفاده ازمداد درنخت مطالعه نمود. آن طوری که همکار من جان- و او زمانی به خوبی کتاب متن دیگری را که به خاطر ماهیت متواضعانه* آن

* این گفتار واقماً (و عهداً) قابل انطباق با قسمتهائی از بخش ۳ نیست. در آنجا من ارفاقی به خواننده‌ای که نمی‌خواهد مدلهای فضایی را در رابطه با مطالعه متن مورد تفتیش قرار دهد نکرده‌ام.

طرفداران زیادی پیدا کرده بود، توصیف نمود.
احتمالاً کتاب می‌تواند برای دانشجویانی که قصد دارند کار نظری بکنند نیز به‌عنوان مقدمه اولیه مفید باشد از این نقطه نظر که به آنها ابتدا يك تصویر عمومی بدهد قبل از آنکه قصد عمق کنند.

از کمک‌هایی که از خیلی از کوارترها در نوشتن این کتاب گرفته‌ام بسیار متشکرم. در طول سالها دانشجویان در درسها توصیه‌ها و انتقادهای با ارزشی کرده‌اند. هنگام بررسی جزوه نهایی و پیش‌نویس با همکاری بسیار مؤثر دکتر B-A بلیک و آقایان ار. سی. الدر، تی. ای. هاز، وجی. تی. مکگ، I روبرو شدم. البته من به‌تنهایی مسئولیت تمام اشتباهات باقیمانده را به‌عهده می‌گیرم. درخاتمه می‌خواهم از خانم نانسی بلیک برای کمک‌های سکرتری منحصانه‌اشان تشکر نمایم.

ف. آلبرت کاتن
کامبریج، ماساچوست
ژانویه ۱۹۶۳