



۳۹۱

انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان

شیمی فیزیک برای علوم زیستی

گوردن جی. شاه

مترجمین:

دکتر ارسطو بدویی دلفارد

Ph.D بیوشیمی، عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر زهرا کرمی

Ph.D بیوفیزیک، عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر لیلی کرمی

Ph.D شیمی فیزیک

سرشناسه: هامس، گوردن جی، ۱۹۳۴ - م. Hammes, Gordon G
عنوان و نام پدیدآور: شیمی فیزیک برای علوم زیستی/ گوردن جی. هامس؛ مترجمین ارسطو بدویی دلفارد، زهرا کرمی، لیلی کرمی.
مشخصات نشر: کرمان : دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری: ۴۴۲ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول.
فروست: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ ۳۹۱.
شابک: 978-600-201-058-2
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی:

Physical chemistry for the biological sciences.

یادداشت: کتابنامه .
موضوع: زیست شیمی فیزیک
موضوع: ترمودینامیک
موضوع: شیمی -- واکنش ها -- سرعت
موضوع: زیست واکول ها
موضوع: شیمی -- سنجش
شناسه افزوده: کرمی زهرا ، ۱۳۸۰ - ، مترجم
شناسه افزوده: کرمی، لیلی ، ۱۳۸۰ - ، مترجم
شناسه افزوده: بدویی دلفارد، ارسطو، ۱۳۵۷ - ، مترجم
شناسه افزوده: دانشگاه شهید باهنر کرمان
رده بندی کنگره: ۱۳۹۴ ۸ هـ ۸۶ ز/ Q2517
رده بندی دیویی: ۶۱۲/۰۱۵۸۳
شماره کتابشناسی ملی: ۴۰۴۳۸۴۵

شیمی فیزیک برای علوم زیستی

تألیف گوردن جی. هامس
ترجمه دکتر ارسطو بدویی دلفارد، دکتر زهرا کرمی، دکتر لیلی کرمی
ناشر: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۴
تیراژ: ۵۰۰ نسخه

لیتوگرافی و چاپ: چاپخانه کرمان تکثیر (۳۲۴۵۸۶۵۴)

قیمت: ۱۷۴۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۱-۰۵۸-۲

ISBN: 978-600-201-058-2

کلیه حقوق برای دانشگاه شهید باهنر کرمان محفوظ است.

فهرست مطالب

فصل ۱، گرما، کار و انرژی	۱۵
۱-۱. مقدمه	۱۵
۲-۱. دما	۱۷
۳-۱. گرما	۱۷
۴-۱. کار	۱۹
۵-۱. تعریف انرژی	۲۳
۶-۱. آنتالپی	۲۵
۷-۱. حالات استاندارد	۲۶
۸-۱. گرماسنجی	۲۸
۹-۱. آنتالپی های واکنش	۳۲
۱۰-۱. وابستگی دمایی آنتالپی واکنش	۳۴
مسائل	۳۶
فصل ۲. آنتروپی و انرژی آزاد	۳۹
۱-۲. مقدمه	۳۹
۲-۲. بیان قانون دوم	۴۰
۳-۲. محاسبه آنتروپی	۴۳
۴-۲. قانون سوم ترمودینامیک	۴۵
۵-۲. تفسیر مولکولی آنتروپی	۴۶
۶-۲. انرژی آزاد	۴۸
۷-۲. تعادل شیمیایی	۵۰
۸-۲. وابستگی دمایی و فشاری انرژی آزاد	۵۳

۵۶	۹-۲. تغییرات فاز.....
۵۸	۱۰-۲. جمع انرژی آزاد.....
۵۹	مسائل.....

فصل ۳. کاربردهای ترمودینامیک در سیستم‌های زیستی..... ۶۳

۶۳	۱-۳. واکنش‌های بیوشیمیایی.....
۶۵	۲-۳. چرخه‌های متابولیک.....
۷۱	۳-۳. سراسر مستقیم ATP.....
۷۳	۴-۳. فراهم کردن شیب‌های یون غشاء توسط واکنش‌های شیمیایی.....
۷۵	۵-۳. ساختار پروتئین.....
۸۳	۶-۳. ناخوردگی پروتئین.....
۸۷	۷-۳. ساختارهای استرکچرک.....
۹۲	۸-۳. ذوب شدن DNA.....
۹۷	۹-۳. RNA.....
۹۹	مسائل.....

فصل ۴. اصول سینتیک شیمیایی..... ۱۰۳

۱۰۳	۱-۴. مقدمه.....
۱۰۵	۲-۴. سرعت واکنش.....
۱۰۸	۳-۴. تعیین قوانین سرعت.....
۱۱۲	۴-۴. واپاشی رادیواکتیو.....
۱۱۳	۵-۴. مکانیسم واکنش.....
۱۱۷	۶-۴. وابستگی دمایی ثابت سرعت.....
۱۲۱	۷-۴. رابطه میان ترمودینامیک و سینتیک.....
۱۲۲	۸-۴. سرعت واکنش در نزدیکی تعادل.....
۱۲۶	مسائل.....

فصل ۵. کاربردهای سینتیک در سیستم‌های زیستی..... ۱۲۹

۱۲۹	۱-۵. مقدمه.....
۱۲۹	۲-۵. کاتالیز آنزیمی: مکانیسم میکائیلیس-منتن.....
۱۳۵	۳-۵. α-کیموتریپسین.....

۱۴۳	۴-۵. پروتئین تیروزین فسفاتاز
۱۴۸	۵-۵. ریبوزیم‌ها
۱۵۳	۶-۵. ذوب شدن DNA و رناتوره شدن
۱۶۱	مسائل

فصل ۶. مبانی طیف‌سنجی..... ۱۶۷

۱۶۷	۱-۶. مقدمه
۱۶۹	۲-۶. مکانیک کوانتوم
۱۷۲	۳-۶. ذره د. جعبه
۱۷۷	۴-۶. خصوصیات موج‌ها
۱۸۱	مسائل

فصل ۷. کریستالود افن 'شع' ایکس..... ۱۸۳

۱۸۳	۱-۷. مقدمه
۱۸۴	۲-۷. پراکنش اشعه ایکس توسط یک کریستال
۱۸۸	۳-۷. تعیین ساختار
۱۹۳	۴-۷. انکسار نوترون
۱۹۴	۵-۷. ساختار اسید نوکلئیک
۱۹۷	۶-۷. ساختار پروتئین
۲۰۱	۷-۷. کاتالیز آنزیمی
۲۰۳	مسائل

فصل ۸. طیف‌های الکترونی..... ۲۰۷

۲۰۷	۱-۸. مقدمه
۲۰۹	۲-۸. طیف جذبی
۲۱۱	۳-۸. طیف ماوراءبنفش پروتئین‌ها
۲۱۳	۴-۸. طیف‌های اسید نوکلئیک
۲۱۵	۵-۸. گروه‌های پروستتیک
۲۱۸	۶-۸. طیف‌سنجی تمایزی
۲۲۱	۷-۸. طیف سنجی جذبی اشعه X
۲۲۲	۸-۸. فلورسانس و فسفرسانس

۲۲۷	۸-۹. RecBCD، فعالیت‌های هلیکازی مشاهده شده توسط فلورسانس
۲۲۸	۸-۱۰. انتقال انرژی فلورسانس: یک خط‌کش مولکولی
۲۳۱	۸-۱۱. کاربرد انتقال انرژی برای سیستم‌های زیستی
۲۳۳	۸-۱۲. دی هیدروفولات ردوکتاز
۲۳۶	مسائل

فصل ۹. دورنگ‌نمایی دورانی، پراکنش نوری چرخشی و پلاریزه شدن فلورسانس..۲۴۱

۲۴۱	۹-۱. مقدمه
۲۴۳	۹-۲. پراکنش چرخش نوری
۲۴۵	۹-۳. دورنگ‌نمایی دورانی
۲۴۷	۹-۴. پراکنش چرخشی دورانی پروتئین‌ها
۲۴۹	۹-۵. چرخش نوری و پراکنش نوری در آنی اسیدهای نوکلئیک
۲۵۱	۹-۶. اتصال مولکول کوچک به DNA
۲۵۴	۹-۷. تاخوردگی پروتئین
۲۵۸	۹-۸. میانکنش DNA با پروتئین‌های لیگاز
۲۵۹	۹-۹. پلاریزه شدن فلورسانس
۲۶۱	۹-۱۰. ادغام ژنوم HIV به درون ژنوم میزبان
۲۶۳	۹-۱۱. آلفا-کتوگلو تارات دهیدروژناز
۲۶۵	مسائل

فصل ۱۰. ارتعاشات در ماکرومولکول‌ها ..۲۷۱

۲۷۱	۱۰-۱. مقدمه
۲۷۴	۱۰-۲. طیف سنجی مادون قرمز
۲۷۵	۱۰-۳. طیف سنجی رامان
۲۷۸	۱۰-۴. تعیین ساختار با طیف‌سنجی ارتعاشی
۲۸۱	۱۰-۵. طیف سنجی رزونانس رامان
۲۸۴	۱۰-۶. ساختار کمپلکس‌های آنزیم - سوبسترا
۲۸۵	مسائل

فصل ۱۱. اصول رزونانس مغناطیس هسته و رزونانس اسپین الکترون ..۲۸۷

۲۸۷	۱۱-۱. مقدمه
-----	-------------

۲۹۱	۲-۱۱. طیف‌سنج‌های NMR
۲۹۳	۳-۱۱. جابجایی‌های شیمیایی
۲۹۶	۴-۱۱. شکافتگی اسپین-اسپین
۲۹۹	۵-۱۱. زمان آسایش
۳۰۲	۶-۱۱. NMR چند بعدی
۳۰۹	۷-۱۱. تصویر برداری رزونانس مغناطیسی
۳۱۰	۸-۱۱. رزونانس اسپین الکترون
۳۱۴	مسائل

فصل ۱۲. ربردهای رزونانس مغناطیسی در زیست‌شناسی

۳۱۹	۱-۱۲. مقدمه
۳۱۹	۲-۱۲. تنظیم رزونانس DNA
۳۲۳	۳-۱۲. میانکنش‌های پروتئین-DNA
۳۲۴	۴-۱۲. دینامیک تاخوردگی پروتئین
۳۲۷	۵-۱۲. تاخوردگی RNA
۳۳۱	۶-۱۲. پرمئاز لاکتوز
۳۳۵	۷-۱۲. نتیجه‌گیری کلی

فصل ۱۳. اتصال لیگاند به ماکرومولکول‌ها

۳۳۷	۱-۱۳. مقدمه
۳۳۷	۲-۱۳. اتصال مولکول‌های کوچک به جایگاه‌های اتصال چندگانه یکسان
۳۳۹	۳-۱۳. ثابت‌های تعادل ماکروسکوپی و میکروسکوپی
۳۴۲	۴-۱۳. اثرات آماری اتصال لیگاند به ماکرومولکول‌ها
۳۴۶	۵-۱۳. تعیین تجربی ایزوترم‌های اتصال لیگاند
۳۵۰	۶-۱۳. اتصال پروتئین مهار کننده CRO به DNA
۳۵۴	۷-۱۳. تعاونی در اتصال لیگاند
۳۵۸	۸-۱۳. مدل‌های تعاونی
۳۶۴	۹-۱۳. مطالعات سینتیکی اتصال متعاون
۳۶۶	۱۰-۱۳. آلوستری شدن
۳۷۰	مسائل

فصل ۱۴. هیدرودینامیک ماکرومولکول‌ها..... ۳۷۵

۱-۱۴. مقدمه..... ۳۷۵

۲-۱۴. ضریب اصطکاک..... ۳۷۵

۳-۱۴. انتشار..... ۳۷۹

۴-۱۴. سانتریفیوژ کردن..... ۳۸۲

۵-۱۴. سرعت ته‌نشینی..... ۳۸۴

۶-۱۴. سانتریفیوژ تعادلی..... ۳۸۷

۷-۱۴. سانتریفیوژ تهیه‌ای..... ۳۸۹

۸-۱۴. سانتریفیوژ دانسیته‌ای..... ۳۹۰

۹-۱۴. ویسکوزیته..... ۳۹۱

۱۰-۱۴. الکتروفورز..... ۳۹۳

۱۱-۱۴. تغییرات کنفورماسیونال القا شده با پیپتید در کمپلکس پروتئینی سازگار بافتی اصلی..... ۳۹۷

۱۲-۱۴. آنالیز اولترا سانتریفیوژ همراه پروتئین DNA..... ۴۰۰

مسائل..... ۴۰۱

فصل ۱۵. طیف‌سنجی جرمی..... ۴۰۷

۱-۱۵. مقدمه..... ۴۰۷

۲-۱۵. آنالیز جرم..... ۴۰۷

۳-۱۵. طیف‌سنج جرمی پشت سر هم (MS/MS)..... ۴۱۲

۴-۱۵. آشکارساز یون..... ۴۱۳

۵-۱۵. یونیزه شدن نمونه..... ۴۱۴

۶-۱۵. آماده سازی/ تجزیه و تحلیل نمونه..... ۴۱۸

۷-۱۵. پروتئین‌ها و پیپتیدها..... ۴۱۹

۸-۱۵. تاخوردگی پروتئین..... ۴۲۳

۹-۱۵. سایر مولکول‌های زیستی..... ۴۲۶

مسائل..... ۴۲۷

شکل‌های رنگی..... ۴۲۹

پیوست‌ها..... ۴۳۷

پیش‌گفتار

زیست‌شناسی علم مطالعه گونه‌های زنده بوده و منشاء تاریخی توصیف طبیعت است که به طبقه‌بندی و توصیف فرآیندهای متنوع زیستی می‌پردازد. زیست‌شناسی پیشرفته بسیار متفاوت بوده و درک پدیده‌های زیستی را در سطح مولکولی جستجو می‌کند. مقادیر باورنکردنی از اطلاعات موجود است. آنک‌های اطلاعاتی زیادی جمع‌آوری شده است که قابل مشاهده‌ترین مثال، توالی نوکلئوتیدی ژنوم انسانی است. در اصل، زیست‌شناسی از یک علم کیفی به یک علم کمی تبدیل شده است که به این منظور، یک چهارچوب تئوری و ریاضیات مربوطه مورد نیاز است. شیمی فیزیک این چهارچوب را برای ساختار مولکولی و واکنش‌های شیمیایی فراهم می‌کند که در نهایت اجزاء سیستم بیولوژیکی زیستی درک شود.

شیمی فیزیک که به طور سنتی دوره آموزشی برای شیمی‌دانان و نه زیست‌شناسان بوده است، با ریاضیات بسیار پیچیده که موید مباحث شیمی فیزیک است، مرتبط می‌باشد. از این رو، می‌توان مباحث شیمی فیزیک را درک نمود و با یک حد اقلی از ریاضیات آن را در زیست‌شناسی به کار برد. در این جلد تلاش شده که شیمی فیزیک به صورت ادراکی با استفاده از ریاضیات، تنها در یک سطح پایینی از محاسبات ابتدایی ارائه شود. سطحی که برای تمام دانشجویان علوم مورد نیاز است. علیرغم اینکه ماهیت مطلب، بررسی تمایز با محاسبات ساده است، برای نشان دادن مفاهیم، از مثال‌های زیستی استفاده شده و در آن‌های هر بخش مسائلی نیز به صورت پیوست آمده است. این کتاب نامزد ارائه به عنوان مقدمه‌ای بر شیمی فیزیک برای دانشجویان کارشناسی رشته زیست‌شناسی و همچنین درس پیش‌نیاز دانشجویان سال اول کارشناسی ارشد است. این کتاب ترکیبی از دو جلدی است که قبلاً منتشر شده‌اند؛ کتاب ترمودینامیک و سینتیک برای علوم زیستی و کتاب اسپکتروسکوپی برای علوم زیستی. فصل هیدرودینامیک ماکرومولکول‌ها نیز اضافه شده است. هیدرودینامیک پایه‌ی چندین تکنیک مهم آزمایشگاهی مورد استفاده در زیست‌شناسی مولکولی است و فهم مفاهیم اصولی آن، امکان

استفاده بهتر از روش‌ها و تکامل روش‌های جدید را فراهم می‌کند.

با بحث ترمودینامیک شروع می‌کنیم، موضوعی که چهارچوب مناسبی را برای تمام پدیده‌های تعادلی فراهم می‌کند. بعد از آن سینتیک شیمیایی ارائه می‌شود که توصیف کمی از وابستگی زمانی واکنش‌های شیمیایی است. برای هر دو موضوع، کاربردهای چندگانه آنها در بیولوژی ارائه شده است. سپس مفاهیم مربوط به اسپکتروسکوپی و تعیین ساختار بررسی خواهند شد.

این موضوعات با ماهیت مولکول، ماده و تکنیک‌های مورد استفاده برای تعیین خصوصیت مولکول‌ها و یانک‌های آنها سر و کار دارند. بخش نتیجه‌گیری کتاب شامل موارد مهم اتصال لیگاند به ماکرومولکول‌ها، هیدرودینامیک و طیف‌سنجی جرمی است. (به عقیده من) محتویات این کتاب نشان‌دهنده حد دانشی است که هر زیست‌شناس بایستی برای درک پدیده‌های زیستی از جنبه مولکولی بداند. من برای همکاری و دلگرمی همکارانم در دانشگاه دوک مدیون آنها هستم. بویژه پروفسور جن، یوید چاردسون، لورنا بییز، لئونارد اسپایسر، ترناس اوس، مایکل فیخرالد و هاروی ساگی که بی‌تناسب لازم در این زمینه را فراهم کرد. یک تشکر ویژه از دارلا هندرسون به عنوان یک ویراستار وایش، هم به دلیل تشویق و هم به سبب کمک‌های حرفه‌ای او در آماده‌سازی این جلد از کتاب داریم. همیشه همسرم جودی حمایت تحسین برانگیزی (و مورد نیاز) را در طول تهیه این کتاب فراهم کرد.

گوردن هامس

دانشگاه دوک

مقدمه مترجمین

با توجه به این که زیست‌شناسی به طور فزاینده‌ای از جنبه مولکولی و بین رشته‌ای پیشرفت کرده است، کتاب شیمی فیزیک برای علوم زیستی می‌تواند مرجع علمی مناسبی برای تمام اساتید و دانش‌جویان زیست‌شناسی در گرایش‌های مختلف در سطوح کارشناسی و یا تحصیلات تکمیلی و نیز سایر علماء مرتبط مانند کشاورزی، شیمی دارویی و زیست فناوری باشد. به طور کلی برای بررسی ساختار مولکولی و واکنش‌های شیمیایی نیاز به درک مفاهیم پایه‌ای ترمودینامیک، سینتیک، هیدرودینامیک، میکرومولکول‌ها و طیف‌سنجی می‌باشد.

این کتاب مباحث مربوطه را با توصیف مبانی شیمی فیزیکی و پایه‌های آن ارائه می‌کند، با فراهم نمودن چنین دانش پایه‌ای یک زیست‌شناس درک صحیحی از تفسیر کمی پدیده‌های زیستی پیدا خواهد کرد که در سه بخش: الف) مبانی ترمودینامیک و سینتیک واکنش‌ها، ب) مبانی طیف‌سنجی و تعیین ساختار و ج) لیگاند باندینگ میکرومولکول‌ها، هیدرودینامیک و طیف‌سنجی جرمی جمع‌بندی شده است. در این کتاب سعی شده است که مفاهیم بنیادین با پرهیز از روابط پیچیده ریاضی، فرمول‌ها و معادلات راوان ارائه شود. تمامی تکنیک‌ها و مفاهیم همراه با کاربردهایی واضح و مثال‌هایی از علوم زیستی ارائه شده‌اند. در پایان هر فصل مسائل جالبی ارائه شده است که تقویت‌کننده و بنیادی می‌باشند. مولف تلاش کرده که نه تنها نکاتی در رابطه با زندگی واقعی ارائه کند بلکه تا حد امکان کتاب را از جنبه تجربی و عملی تقویت کرده است. وی با بیان نقاط قوت و ضعف تکنیک‌ها و روش‌های علمی متنوع به این هدف نائل شده است. از آنجا که هدف اصلی کتاب آشنایی خوانندگان با تکنیک‌ها و مفاهیم کلیدی است، از این رو این کتاب حاوی جزئیات دقیق برای یادگیری خوانندگان از موضوعات ارائه شده می‌باشد. منابعی نیز ارائه شده است تا خوانندگان در صورت لزوم موضوعات را با درک عمیق‌تری مطالعه کنند. برخلاف بسیاری از کتاب‌های مرجع استاندارد، کتاب شیمی فیزیک برای علوم زیستی از یک شیوایی و روانی نسبتاً منطقی برخوردار است و

در اغلب موارد مولف با خواننده در یک حالت گفتگو قرار دارد. بعنوان مثال خواننده ایده‌های کلیدی را از طریق متن دریافت می‌کند و یا اینکه سایت‌های مورد نیاز به وی گفته می‌شود. همچنین یک ارتباط منطقی بین توصیف و ارائه فصل‌ها وجود دارد. امید است ترجمه این کتاب بتواند خلاء موجود در این حوزه را، هرچند به میزان کم، پوشش داده و منبعی برای درک بهتر این پدیده‌ها در اختیار دانشجویان قرار دهد. در پایان، مترجمین نهایت سپاس و قدردانی خود را از زحمات بی‌شائبه مدیریت و کارکنان انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان ابراز می‌دارند.

مترجمین