

بیوشیمی عمومی

مؤلفین

دکتر مجید سیرتی ثابت

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر غلامرضا اسدی کرم

استاد دانشگاه علوم پزشکی کرمان

سرشناسه:	اسدی کرم، غلامرضا، ۱۳۴۵
عنوان و نام پدید آور:	بیوشیمی عمومی / مؤلفین غلامرضا اسدی کرم، مجید سیرتی ثابت
مشخصات نشر:	کرمان: نشر فانوس، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری:	۲۶۹ ص.: مصورا، جدول، نمودار
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۶۳۲-۹۱-۰
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
موضوع:	زیست شیمی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع:	زیست شیمی -- پرسش ها و پاسخ ها (عالی)
شناسه افزوده:	سیرتی ثابت، مجید، ۱۳۴۴
رده بندی کنگره:	۱۳۹۴ QD۴۱۵/۹۵
رده بندی دیویی:	۵۷۲/۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی:	۳۹۰۱۷۲۶

چاپ این کتاب در شورای تالیف و ترجمه دانشگاه علوم پزشکی کرمان مورخ ۹۴/۳/۳۱ به تصویب رسیده و به سفارش مولف و دانشگاه انجام شده است و کلیه حقوق مادی و معنوی آن به سرمایه گذاران تعلق دارد.

نام کتاب:	بیوشیمی عمومی
مؤلفین:	غلامرضا اسدی کرم، مجید سیرتی ثابت
ناشر:	فانوس کرمان (۳۲۴۴۵۶۳۹) با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان
نوبت چاپ:	اول - تابستان ۱۳۹۴
شمارگان:	۲۰۰۰ نسخه
چاپ و صحافی:	کرمان تکثیر، ۳۲۴۵۸۶۵۴
قیمت:	۸۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۶۳۲-۹۱-۰

به نام خدا

پیشگفتار

سپاس بیکران خداوند متعال را که به ما توانایی تالیف کتاب حاضر را عطا فرمود تا بتوانیم خدمتی ناچیز به جامعه دانشگاهی ارائه نماییم. انتقال ساده و صحیح مفاهیم و اطلاعات علمی نیازی ضروری در علوم است که نقش بسزایی در توسعه جوامع دارد. در سال‌های اخیر دانش بیوشیمی نیز با سرعت و وسعت زیادی پیشرفت نموده است چنان که در هر سال کتاب‌ها و مقاله‌های بسیاری در این رشته نگاشته می‌شود. کتاب حاضر برای کسانی تدوین شده است که می‌خواهند با مبانی علم بیوشیمی به زبانی ساده آشنا شوند. در این کتاب سعی شده است که مطالب از مفاهیم اساسی آغاز و تا سطحی به اندازه کافی پیشرفته ادامه یابد تا خوانندگان بتوانند با مقدمات و اصول علم بیوشیمی آشنا گردند. امید است کوششی را که در روان بودن کتاب حاضر به کار برده‌ایم مورد پسند قرار گیرد و مطالعه این کتاب برای کسانی که با علوم پایه پزشکی در ارتباط هستند رهگشا باشد.

در تدوین این کتاب از منابع مختلف استفاده شده است و کوشش زیادی شده است که تا حد امکان عاری از اشکال باشد با این حال مزید امتنان خواهد بود که اساتید گرامی و خوانندگان محترم با ارسال نظریات گرانمای خود ما را در رفع کمبودها و بهبود کیفیت متن چاپ‌های آینده یاری نمایند. هم‌چنین از معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان آقای دکتر عباس پرداختی، مدیریت محترم روابط بین‌الملل و دبیر شورای انتشارات دانشگاه علوم پزشکی کرمان جناب آقای دکتر امین آیت‌اللهی موسوی و سرکار خانم فرانک فکرت کارشناس انتشارات دانشگاه علوم پزشکی کرمان تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

دکتر مجید سیرتی‌نابت

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر غلامرضا اسدی‌کرم

استاد دانشگاه علوم پزشکی کرمان

فهرست

۳۳.....	اثر اسیدهای قوی بر منوساکاریدها
۳۳.....	اثر مواد قلیایی
۳۴.....	خاصیت احیاکنندگی
۳۴.....	واکنش با فنیل هیدرازین
۳۴.....	قندهای داکسی
۳۵.....	قندهای آمینه
۳۵.....	مشقات استری قندها
۳۵.....	مشقات قندها
۳۶.....	الیگوساکاریدها
۳۷.....	پلی ساکاریدها
۳۸.....	نشاسته
۳۹.....	گلیکون
۳۹.....	سلولز
۳۹.....	کیتین
۳۹.....	اینولین
۳۹.....	اسید هیالورونیک
۴۰.....	کندروئیتین سولفات
۴۰.....	درماتان سولفات
۴۰.....	هپاران سولفات و هپارین
۴۰.....	پروتوگلاکتین ها
۴۱.....	ساختمان دیواره سلولی برخی از باکتری ها
۴۲.....	سوالات چهارگزینه ای
۴۵.....	فصل سوم
۴۵.....	ساختمان چربی ها
۴۵.....	مقدمه
۴۵.....	اسیدهای چرب
۴۷.....	موم ها
۴۷.....	تری آسیل گلیسرول ها (تری گلیسریدها)
۴۸.....	فسفو گلیسریدها
۵۰.....	پلاسمالوژن ها
۵۰.....	اسفنگومیالین ها
۵۱.....	سربروزیدها
۵۲.....	گلوبوزیدها
۵۲.....	گانگلیوزیدها
۵۳.....	پلی ایزوپرنوئیدها (ترپن ها)
۵۳.....	استروئیدها
۵۵.....	پروستاگلاندین ها
۵۷.....	سوالات چهارگزینه ای

فصل اول

۱.....	مفاهیم پایه
۱.....	مقدمه
۱.....	سلول
۲.....	اجزای سازنده سلول های یوکاریوت
۲.....	سلسله مراتب مولکولی در سازمان دهی سلولی
۶.....	توزیع آب در بدن
۶.....	الکتروولیت
۷.....	یونش آب
۸.....	pH و pOH
۸.....	اسیدها و بازها
۹.....	بافر (تامپون)
۱۱.....	بافرهای مهم خون
۱۳.....	تیتراسیون اسید - باز
۱۵.....	طبقه بندی ترکیبات آلی
۱۵.....	گروه های عاملی در شیمی آلی
۱۵.....	الکل
۱۶.....	مرکاپتان
۱۶.....	انتر
۱۶.....	فل
۱۷.....	آلدئید و کتون
۱۷.....	اسید کربوکسیلیک
۱۸.....	استر
۱۸.....	آمین
۱۸.....	آمید
۱۸.....	اسیدالکل
۱۹.....	کتواسید
۱۹.....	ترکیبات هتروسیکل
۱۹.....	ایزومری در ترکیبات آلی
۲۰.....	ایزومری ساختمانی
۲۰.....	ایزومری فضایی
۳۰.....	ایزومری هندسی
۳۰.....	ایزومری نوری
۳۳.....	سوالات چهارگزینه ای
۳۷.....	فصل دوم
۳۷.....	ساختمان کربوهیدرات ها
۳۷.....	طبقه بندی کربوهیدرات ها
۳۷.....	منوساکاریدها
۳۹.....	ساختمان غطی و حلقوی گلوکز
۳۲.....	اکسیداسیون منوساکاریدها
۳۳.....	احیای منوساکاریدها

اسیدهای هسته‌ای.....	۹۴
اسید داکسی‌ریبونوکلئیک (DNA).....	۹۵
اسید ریبونوکلئیک (RNA).....	۹۹
RNA پیک یا پیامبر (mRNA).....	۹۹
RNA ناقل (tRNA).....	۹۹
RNA ریبوزومی (rRNA).....	۱۰۰
آبکافت اسیدهای هسته‌ای.....	۱۰۰
همانندسازی DNA.....	۱۰۲
همانندسازی E.coli.....	۱۰۲
همانندسازی در یوکاریوت‌ها.....	۱۰۶
نسخه‌برداری.....	۱۰۷
شروع نسخه‌برداری.....	۱۰۸
مرحله طولی شدن.....	۱۱۰
خاتمه نسخه‌برداری.....	۱۱۰
نسخه‌برداری در یوکاریوت‌ها.....	۱۱۰
بیوسنتز پروتئین.....	۱۱۲
الف - مرحله آغاز.....	۱۱۲
ب - مرحله طولی شدن.....	۱۱۳
پ - مرحله خاتمه.....	۱۱۳
پیرایش مولکول‌های پروتئینی.....	۱۱۵
ترمیم DNA.....	۱۱۵
سوالات چهارگزینه‌ای.....	۱۱۷

فصل ششم..... ۱۲۱

آنزیم‌ها.....	۱۲۱
مقدمه.....	۱۲۱
خصوصیات واکنش‌های آنزیمی.....	۱۲۱
نام‌گذاری و طبقه‌بندی آنزیم‌ها.....	۱۲۳
کینیتیک آنزیمی.....	۱۲۵
اثر حرارت روی سرعت واکنش آنزیمی.....	۱۲۶
اثر pH روی سرعت واکنش آنزیمی.....	۱۲۶
اثر غلظت آنزیم روی سرعت واکنش آنزیمی.....	۱۲۶
اثر غلظت سوبسترا روی سرعت واکنش آنزیمی.....	۱۲۷
ترکیبات مهارکننده آنزیم.....	۱۲۹
مهارکنندگان برگشت‌ناپذیر.....	۱۲۹
مهارکنندگان برگشت‌پذیر.....	۱۲۹
مهارکنندگان رقابتی.....	۱۲۹
مهارکنندگان غیررقابتی.....	۱۳۰
مهارکنندگان نارقابتی.....	۱۳۱
آنزیم‌های ناظم یا آلوستریک.....	۱۳۱
زیسوزن‌ها (پروآنزیم‌ها).....	۱۳۲
ایزوآنزیم‌ها.....	۱۳۳
آنزیم‌های خون.....	۱۳۳
تعدیل کووالانته جهت تنظیم فعالیت آنزیم.....	۱۳۴

فصل چهارم..... ۵۹

اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها.....	۵۹
مقدمه.....	۵۹
اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری.....	۶۳
خواص اسیدی - بازی اسیدهای آمینه.....	۶۳
واکنش اسیدهای آمینه با نین‌هیدرین.....	۶۵
واکنش اسیدهای آمینه با معرف سانگر و ادمن.....	۶۶
واکنش دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه.....	۶۶
حلالیت و دمای ذوب اسیدهای آمینه.....	۶۷
تشکیل پیوند پپتیدی (پیوند آمیدی).....	۶۷
خصوصیات پیوند پپتیدی.....	۶۸
پروتئین‌ها.....	۶۹
ساختار اول پروتئین.....	۶۹
ساختار دوم پروتئین.....	۷۰
الف - مارپیچ آلفا.....	۷۰
ب - صفحات چین‌دار بتا.....	۷۱
پ - مارپیچ کلاژن.....	۷۱
ت - دور (پیچ) بتا.....	۷۲
ث - پیچش نامنظم.....	۷۲
ساختار سوم پروتئین.....	۷۲
ساختار چهارم پروتئین.....	۷۳
ساختار مافوق دوم (فرادوم).....	۷۳
منطقه اختصاصی.....	۷۳
دگرگونی (دنا توره شدن) پروتئین‌ها.....	۷۴
حلالیت پروتئین‌ها.....	۷۵
تقسیم‌بندی پروتئین‌ها.....	۷۵
روش‌های جداسازی و تخلیص پروتئین‌ها.....	۷۷
تعیین توالی اسیدهای آمینه پروتئین.....	۷۸
ساختار پروتئین کلاژن.....	۷۹
ساختار و عمل میوگلوبین و هموگلوبین.....	۸۱
سوالات چهارگزینه‌ای.....	۸۶

فصل پنجم..... ۸۹

ساختار نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک.....	۸۹
مقدمه.....	۸۹
اجزای سازنده نوکلئوتید.....	۸۹
نوکلئوتیدها.....	۹۱
نوکلئوتیدهای حلقوی.....	۹۳
مشقات بازها.....	۹۳
خاصیت اسیدی نوکلئوتیدها.....	۹۴
جذب نور توسط نوکلئوتیدها.....	۹۴
پلی‌نوکلئوتیدها.....	۹۴

گلیکولیز.....	۱۷۳
بیماری‌های مرتبط با تراکم گلیکوژن در بافت.....	۱۷۶
مسیر پنتوز فسفات.....	۱۷۷
گلوکونئوز.....	۱۷۸
تبدیل فروکتوز به گلوکز.....	۱۷۹
تبدیل گالاکتوز به گلوکز.....	۱۸۰
چرخه کوری.....	۱۸۰
چرخه آلانین - گلوکز.....	۱۸۱
سوالات چهار گزینه‌ای.....	۱۸۲

فصل دهم..... ۱۸۷

متابولیسم چربی‌ها.....	۱۸۷
مقدمه.....	۱۸۷
اکسایش اسیدهای چرب.....	۱۸۸
بیوسنتز اسیدهای چرب.....	۱۹۱
بیوسنتز تری‌گلیسریدها و فسفولیپیدها.....	۱۹۳
بیوسنتز اجسام کتونی.....	۱۹۳
بیوسنتز کلسترول.....	۱۹۴
انواع ذرات لیپوپروتئینی موجود در خون.....	۱۹۵
کلیرمیکرون.....	۱۹۶
لیپروتئین با دانسیته بسیار پایین (VLDL).....	۱۹۷
لیپروتئین با دانسیته پایین (LDL).....	۱۹۷
لیپروتئین با دانسیته بالا (HDL).....	۱۹۸
بیوسنتز پروستاگلاندین‌ها.....	۱۹۹
سوالات چهار گزینه‌ای.....	۲۰۱

فصل یازدهم..... ۲۰۳

متابولیسم ترکیبات نیتروژن دار.....	۲۰۳
مقدمه.....	۲۰۳
متابولیسم پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه.....	۲۰۳
واکنش‌های عمومی متابولیسم اسیدهای آمینه.....	۲۰۵
از دست دادن عامل آمین.....	۲۰۵
۱- ترانس آمیناسیون.....	۲۰۵
۲- دامیناسیون اکسیداتیو.....	۲۰۵
الف - دامیناسیون اکسیداتیو با مصرف اکسیژن.....	۲۰۵
ب - دامیناسیون اکسیداتیو به وسیله آنزیم‌های دهیدروژناز.....	۲۰۵
۳- از دست دادن عامل آمید.....	۲۰۶
سرنوشت عامل آمین.....	۲۰۶
الف - بیوسنتز اسیدهای آمینه.....	۲۰۶
ب - دفع امونیاک به صورت یون آمونیوم.....	۲۰۶
پ - بیوسنتز اوره.....	۲۰۷
سرنوشت اسکلت کربنی اسیدهای آمینه.....	۲۰۸
بیوسنتز اسیدهای آمینه غیر ضروری.....	۲۰۸
گلیسین.....	۲۰۹
متیونین.....	۲۱۰

سوالات چهار گزینه‌ای..... ۱۳۵

فصل هفتم..... ۱۳۷

ویتامین‌ها.....	۱۳۷
مقدمه.....	۱۳۷
ویتامین‌های محلول در آب.....	۱۳۷
تیامین (ویتامین B ₁).....	۱۳۷
ریبوفلاوین (ویتامین B ₂).....	۱۳۸
نیاسین (ویتامین B ₃).....	۱۳۹
اسید پانتوتیک (ویتامین B ₅).....	۱۴۰
پیریدوکسین (ویتامین B ₆).....	۱۴۱
بیوتین یا ویتامین H.....	۱۴۲
اسید فولیک (ویتامین B ₉).....	۱۴۲
کوبالامین (ویتامین B ₁₂).....	۱۴۲
اسید اسکوربیک (ویتامین C).....	۱۴۲
ویتامین‌های محلول در چربی.....	۱۴۵
ویتامین A.....	۱۴۵
ویتامین D.....	۱۴۶
ویتامین E.....	۱۴۷
ویتامین K.....	۱۴۷
کوآنزیم Q (یوبیکینون).....	۱۴۸
اسید لیپوئیک (یوبیک).....	۱۴۸
سوالات چهار گزینه‌ای.....	۱۵۰

فصل هشتم..... ۱۵۳

بیوانرژی.....	۱۵۳
مقدمه.....	۱۵۳
نقل و انتقال انرژی در موجودات زنده.....	۱۵۴
قوانین ترمودینامیک.....	۱۵۵
کاربرد ΔG.....	۱۵۵
ترکیبات پرانرژی.....	۱۵۷
تولید ATP در سلول.....	۱۵۸
تولید ATP در سطح سوختل.....	۱۵۸
فسفریلامین اکسیداتیو.....	۱۵۸
تأثیر مواد مختلف بر روی زنجیره تنفسی.....	۱۶۰
انتقال NADH به داخل میتوکندری.....	۱۶۱
سوالات چهار گزینه‌ای.....	۱۶۲

فصل نهم..... ۱۶۵

متابولیسم کربوهیدرات‌ها.....	۱۶۵
مقدمه.....	۱۶۵
هضم و جذب کربوهیدرات‌ها.....	۱۶۶
گلیکولیز.....	۱۶۷
تبدیل پیروات به استیل کوآنزیم آ.....	۱۷۰
چرخه کربس (چرخه اسید سیتریک).....	۱۷۱
گلیکونئوز.....	۱۷۳

طبقة‌بندی هورمون‌ها با توجه به نحوه عمل آن‌ها.. ۲۲۸	آرژنین..... ۲۱۱
اعمال هورمون‌ها..... ۲۳۰	فیل‌الانین..... ۲۱۱
الف - تنظیم متابولیسم مواد سه‌گانه..... ۲۳۰	تیروزین..... ۲۱۲
ب - هورمون‌هایی که روی متابولیسم آب و الکترولیت موثرند..... ۲۳۲	هیستیدین..... ۲۱۲
پ - هورمون‌های موثر بر تولید مثل..... ۲۳۲	تریپتوفان..... ۲۱۲
سوالات چهارگزینه‌ای..... ۲۳۵	اسیدهای آمینه دارای زنجیر جانبی شاخه‌دار..... ۲۱۵
پیوست..... ۲۳۷	متابولیسم بازهای پورینی و پیریمیدینی..... ۲۱۵
غلظت محلول..... ۲۳۷	بیوستر حلقه هم..... ۲۱۸
سوالات چهارگزینه‌ای..... ۲۴۱	تجزیه و دفع هموگلوبین..... ۲۲۰
منابع..... ۲۴۳	سوالات چهارگزینه‌ای..... ۲۲۲
نمایه..... ۲۴۴	فصل دوازدهم..... ۲۲۵
	بیوشیمی هورمون..... ۲۲۵
	مقدمه..... ۲۲۵
	تقسیم‌بندی هورمون‌ها..... ۲۲۶
	طبقة‌بندی هورمون‌ها با توجه به ساختمان آن‌ها... ۲۲۶

مخفف‌ها

A	adenine	FEN1	Flap endonuclease 1
aa	amino acid	fMet	N-formylmethionine
ACAT	acyl-CoA cholesterol acyl transferase	FMN	flavin mononucleotide (oxidized form)
ACP	acyl carrier protein		flavin mononucleotide hydrogen
ACTH	adenocorticotrophic hormone	FMNH ₂	(reduced form)
ADA	adenosine deaminase	F6P	fructose-6-phosphate
ADP	adenosine – 5' – diphosphate	G	guanine
AMP	adenosine – 5' – monophosphate	GABA	γ-aminobutyric acid
Ala	alanine	Gal	galactose
ALA	δ-aminolevulinic acid	GalNAc	N-acetylgalactosamine
ALP	alkaline phosphatase	GAP	glyceraldehydes-3-phosphate
ALT	alanine transaminase		glyceraldehydes-3-phosphate
Arg	arginine	GAPDH	dehydrogenase
Asn	asparagine	GC	gas chromatography
Asp	aspartic acid	GDP	guanosine – 5' – diphosphate
AST	aspartate transaminase	Glc	glucose
ATP	adenosine – 5' – triphosphate	Gln	glutamine
ATPase	adenosine triphosphatase	Glu	glutamic acid
bp	base pair	Gly	glycine
BPG	D-2,3-bisphosphoglycerate	GMP	guanosine – 5' – monophosphate
C	cytosine	G6P	glucose-6-phosphate
cAMP	Cyclic AMP	GPI	glycosylphosphatidyl inositol
CDP	cytidine – 5' – diphosphate	GSH	glutathione
CK	creatin kinase	GSSG	glutathione disulfide
CMP	cytidine – 5' – monophosphate	GTF	general transcription factor
CoA	coenzyme A	GTP	guanosine – 5' – triphosphate
CoASH	coenzyme A	Hb	hemoglobin
CoQ	coenzyme Q (ubiquinone)	HDL	high density lipoprotein
CTP	cytidine – 5' – triphosphate	HGPRT	hypoxanthine-guanine phosphoribosyl
Cys	cysteine		transferase
D	dalton	His	histidine
d	deoxy	HMG-	
DAG	diacylglycerol	CoA	β-hydroxy-β-methylglutary-CoA
DHAP	dihydroxyacetone phosphate	hnRNA	heterogeneous nuclear RNA
DHF	dihydrofolate	IDL	intermediate density lipoprotein
DNP	2,4-dinitrophenol	IF	initiation factor
DNA	deoxyribonucleic acid	Ile	isoleucine
L-DOPA	L-3,4-dihydroxyphenylalanine	IMP	inosine – 5' – monophosphate
E	enzyme	IP3	inositol 1,4,5-triphosphate
EC	enzyme code	K _m	Michaelis constant
EF	elongation factor	KD	kilodaltons
ER	endoplasmic reticulum	LCAT	lecithin cholesterol acyl transferase
	flavin adenine dinucleotide (oxidized form)	LDH	lactate dehydrogenase
FAD		LDL	low density lipoprotein
	flavin adenine dinucleotide hydrogen (reduced form)	Leu	leucine
FADH ₂		LPL	lipoprotein lipase
FBP	fructose-1,6-bisphosphate	Lys	lysine

Mb	myoglobin	RNA	ribonucleic acid
Mcm	minichromosome maintenance protein	RNase	ribonuclease
Met	methionine	RNAP	RNA polymerase
mRNA	messenger RNA	RPA	replication protein A
NAD ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide (oxidized form)	rRNA	ribosomal RNA
NADH	nicotinamide adenine dinucleotide hydrogen (reduced form)	RT	reverse transcriptase
NADP ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (oxidized form)	s	Svedberg unit
NADPH	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate hydrogen (reduced form)	S	substrate
NAG	N-acetylglucosamine	SAM	S-adenosylmethionine
NAM	N-acetylmuramic acid	SDS	sodium dodecyl sulfate
NANA	N-acetylneuraminic acid	Ser	serine
NMR	nuclear magnetic resonance	snRNA	small nuclear RNA
P	phosphate	snRNP	small ribonuclear protein
P	product	SSB	single-strand binding protein
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis	T	thymine
PBG	porphobilinogen	TAG	triacylglycerol
PCR	polymerase chain reaction	TBP	TATA box-binding protein
PEP	phosphoenolpyruvate	TCA	tricarboxylic acid
PEPCK	PEP carboxykinase	Ter	terminus
PFK	phosphofructokinase	Thr	threonine
PG	prostaglandin	TG	triglyceride
PDGF	platelet-derived growth factor	THF	tetrahydrofolate
Phe	phenylalanine	TON	turnover number
PIP ₂	phosphatidylinositol-4, 5-bisphosphate	TPP	thiamine pyrophosphate
PKU	phenylketonuria	tRNA	transfer RNA
PLP	pyridoxal-5-phosphate	Trp	tryptophan
PNP	purine nucleotide phosphorylase	TTP	thiamidine - 5' - triphosphate
Pol	DNA polymerase	Tus	terminus utilization complex
PP _i	pyrophosphate ion	Tyr	tyrosine
PLP	pyridoxal phosphate	U	uracil
PRPP	5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate	UDP	uridine - 5' - diphosphate
Pro	proline	UDPG	UDP-glucose
ORC	origin recognition complex	UMP	uridine - 5' - monophosphate
Q	ubiquinone(CoQ)	UTP	uridine - 5' - triphosphate
QH ₂	ubiquinol	UV	ultraviolet
RBP	retinol binding protein	V _{max}	maximal velocity
		Val	valine
		VLDL	very low density lipoprotein
		XMP	xanthosine - 5' - monophosphate