



دانشگاه پیام نور

شیمی تجزیه (۱)

(رشته شیمی)

دکتر عزیزاله نژادعلی

سرشناسه:	: نژادعلی، عزیزاله، ۱۳۴۴-
عنوان و پدیدآور:	: شیمی تجزیه (۱) (رشته شیمی) / عزیزاله نژادعلی.
مشخصات نشر:	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری:	: دم ۲۳۲ ص: جنول، نمودار.
فروست:	: دانشگاه پیام نور، ۱۳۶۴. گروه شیمی، ۱/۹۵.
شابک:	: 978 - 964 - 387 - 494 - 0
وضعیت فهرست نویسی:	: قیبا
یادداشت:	: کتابنامه: ص، ۳۳۳.
موضوع:	: شیمی تجزیه - آموزش برنامه ای.
شناسه افزوده:	: دانشگاه پیام نور.
رده بندی کنگره:	: ۱۳۸۷ ش ۹ قن QDV۵/۲/
رده بندی دیویی:	: ۵۴۳
شماره کتابشناسی ملی:	: ۱۲۹۲۴۵۴



دانشگاه پیام نور

شیمی تجزیه (۱)

دکتر عزیزاله نژادعلی

ویراستار علمی: دکتر حسین توکلی / دکتر محمود پایه قدر

حروفچینی و نمونه خوانی: مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

طراح جلد: سپیده سادات مدنی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۲۰۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول آذر ۱۳۸۷

شابک: ۰ - ۴۹۴ - ۳۸۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 387 - 494 - 0

(کلیه حقوق برای دانشگاه پیام نور محفوظ است)

قیمت: ۲۰۱۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمرهٔ کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و کمک درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	پیشگفتار
۱	فصل ۱. مقدمه‌ای بر شیمی تجزیه
۱	۱-۱ نقش و اهمیت شیمی تجزیه در علوم مختلف
۵	۲-۱ طبقه‌بندی در شیمی تجزیه
۸	۳-۱ فرایندها و مدیریت تجزیه شیمیایی
۹	۱-۳-۱ نمونه برداری و تهیه نمونه نمایانگر
۱۰	۲-۳-۱ پیش عمل آوری آزمایشگاهی نمونه
۱۳	۳-۳-۱ انتخاب روش و رفع مزاحمت
۱۳	۴-۳-۱ تجزیه شیمیایی
۱۳	۵-۳-۱ ارزیابی داده‌ها
۱۴	۶-۳-۱ گزارش نهایی
۱۵	فصل دوم. محاسبات غلظت در محلول‌های آبی
۱۵	۱-۲ غلظت محلول و برخی از تعاریف آن
۱۵	۱-۱-۲ مولاریته تعادلی، C_M
۱۷	۲-۱-۲ نرمالیه یا مولاریته تجزیه ای، F
۲۲	۳-۱-۲ نرمالیه، N
۲۶	۴-۱-۲ مولالیه، m
۲۸	۵-۱-۲ غلظت درصدی
۳۰	۶-۱-۲ قسمت در میلیون، ppm
۳۲	۷-۱-۲ تابع P
۳۵	۲-۲ معادله‌های شیمیایی و استوکیومتری واکنش
۳۹	پرسش‌ها و مسائل
۴۵	فصل سوم. ارزیابی داده‌های تجزیه‌ای
۴۶	۱-۳ انواع خطاها
۴۸	۱-۱-۳ ارزیابی خطاهای سیستماتیک
۴۹	۲-۳ تعریف برخی از اصطلاحات
۴۹	۱-۲-۳ صحت
۵۰	۲-۲-۳ دقت
۵۰	۳-۲-۳ تعصب
۵۱	۴-۲-۳ میانگین، میان و مد
۵۳	۵-۲-۳ انحراف استاندارد
۵۶	۶-۲-۳ مفهوم اصطلاح نمونه و جامعه

۵۷
۶۰
۶۱
۶۵
۶۵
۶۷
۶۸
۶۹
۷۰
۷۲
۷۴
۷۴
۷۵
۷۵
۷۶
۷۶
۷۷
۷۹
۸۲

- ۳-۳ توزیع خطاها
- ۴-۳ فواصل اطمینان
- ۱-۴-۳ تعیین فاصله اطمینان
- ۵-۳ آزمون های معنی دار
- ۱-۵-۳ آزمون Q
- ۲-۵-۳ آزمون T_n
- ۳-۵-۳ آزمون انحراف متوسط
- ۴-۵-۳ مقایسه یک میانگین تجربی با یک مقدار معلوم
- ۵-۵-۳ آزمون مقایسه دو میانگین تجربی
- ۶-۵-۳ آزمون مقایسه دقت اندازه گیری ها (آزمون F)
- ۶-۳ ارقام با معنی
- ۱-۶-۳ برخی از قواعد ارقام با معنی
- ۲-۶-۲ ارقام با معنی در محاسبات
- ۳-۶-۳ ارقام با معنی در جمع و تفریق
- ۴-۶-۳ تعداد ارقام با معنی در ضرب و تقسیم
- ۵-۶-۳ تعداد ارقام با معنی در محاسبات لگاریتم و آنتی لگاریتم
- ۷-۳ انحراف استاندارد در محاسبات و نتایج حاصل
- ۸-۳ روش حداقل مربعات
- پرسش ها و مسائل

۸۷
۸۷
۸۸
۸۹
۹۱
۹۳
۹۵
۹۷
۹۹
۱۰۰
۱۰۰
۱۰۲
۱۰۳
۱۰۵

- فصل چهارم. تجزیه وزنی
- ۱-۴ مقدمه
- ۲-۴ انواع روش های تجزیه وزنی
- ۱-۲-۴ وزن سنجی رسوبی
- ۳-۴ مکانیسم رسوب گیری
- ۱-۳-۴ رسوب های کلونیدی
- ۴-۴ آلودگی رسوب ها
- ۱-۴-۴ خطای کمی ناشی از آلودگی رسوب ها
- ۵-۴ خشک کردن و سوزاندن رسوب
- ۶-۴ کاربردهای کمی تجزیه وزنی
- ۱-۶-۴ تجزیه گونه های معدنی
- ۲-۶-۴ تجزیه وزنی به کمک واکنشگرهای آلی
- ۷-۴ محاسبات کمی تجزیه وزنی
- پرسش ها و مسائل

۱۰۹
۱۰۹
۱۱۰
۱۱۰
۱۱۵
۱۱۸
۱۲۰
۱۲۳
۱۲۵

- فصل پنجم. تعادلات شیمیایی در آب
- ۱-۵ ثابت تعادل و رابطه آن در محلول های آبی
- ۲-۵ انواع تعادلات در محلول آبی
- ۳-۵ ثابت تفکیک خودبه خودی آب
- ۴-۵ ثابت تعادل اسید ضعیف
- ۵-۵ ثابت تعادل باز ضعیف
- ۶-۵ ثابت های تفکیک اسید - باز مزدوج
- ۷-۵ ثابت تعادل انحلال پذیری
- ۱-۷-۵ اثر یون مشترک

۱۲۸	۸-۵ تعادل تشکیل کمپلکس
۱۳۰	۹-۵ تعادل واکنش‌های اکسایش و کاهش
۱۳۳	۱۰-۵ ثابت تعادل توزیع
۱۳۴	۱۱-۵ قدرت یونی، فعالیت و ضریب فعالیت
۱۳۸	۱-۱۱-۵ قانون حد دمای هوکل
۱۳۹	۲-۱۱-۵ معادله توسعه یافته دمای - هوکل
۱۴۵	پرسش‌ها و مسائل

۱۴۹	فصل ششم. حلالیت در سیستم‌های پیچیده
۱۴۹	۱-۶ مراحل حل سیستماتیک مسئله
۱۴۹	۱-۱-۶ تعادلات مرتبط با مسئله و تعریف ثابت‌های تعادل
۱۵۰	۲-۱-۶ معادله موازنه جرم (m.b)
۱۵۱	۳-۱-۶ معادله موازنه بار (c.b)
۱۵۵	۴-۱-۶ مقایسه تعداد غلظت گونه‌های محلول و تعداد معادله‌های مستقل
۱۵۶	۵-۱-۶ استفاده از تقریب، حل مسئله و امتحان تقریب
۱۶۰	۲-۶ تعادلات حلالیت و اثر Ph
۱۶۱	۱-۲-۶ حلالیت نمک‌های کم محلول در pH ثابت
۱۶۲	۲-۲-۶ حلالیت نمک‌های کم محلول در pH متغیر
۱۶۷	۳-۶ اثر دما بر حلالیت
۱۶۸	۴-۶ اثر عامل رسوب دهنده بر حلالیت
۱۷۱	پرسش‌ها و مسائل

۱۷۳	فصل هفتم. مقدمه‌ای بر روش‌های حجمی
۱۷۳	۱-۷ اصول سنجش‌های حجمی
۱۷۵	۱-۱-۷ شرایط سنجش حجمی
۱۷۶	۲-۷ طبقه‌بندی روش‌های حجمی
۱۷۷	۳-۷ استاندارد اولیه
۱۷۹	۴-۷ محلول‌های استاندارد
۱۸۰	۵-۷ محاسبات در روش‌های حجمی
۱۸۶	پرسش‌ها و مسائل

۱۸۷	فصل هشتم. سنجش‌های رسوبی
۱۸۷	۱-۸ مقدمه
۱۸۹	۲-۸ اثر غلظت بر ارتفاع منحنی در نقطه پایانی
۱۹۰	۳-۸ اثر کامل بودن واکنش بر ارتفاع منحنی در نقطه پایان
۱۹۰	۴-۸ شناساگرها برای سنجش‌های رسوبی
۱۹۱	۱-۴-۸ روش موهر و تشکیل رسوب رنگی
۱۹۳	۲-۴-۸ روش والهارد: تشکیل کمپلکس رنگی
۱۹۴	۳-۴-۸ روش فاجانز: شناساگرهای جذب سطحی
۱۹۷	۵-۸ محاسبه غلظت واکنشگرها در حجم‌سنجی
۲۰۱	۶-۸ سنجش رسوبی مخلوط یون‌ها
۲۰۴	۷-۸ جدا سازی یون‌ها با کنترل غلظت عامل رسوب‌دهنده
۲۰۶	پرسش‌ها و مسائل

فصل نهم. اسیدها و بازها

- ۲۱۱ ۱-۹ تعریف اسید و باز
 ۲۱۱ ۱-۱-۹ نظریه آرنیوس
 ۲۱۲ ۲-۱-۹ نظریه برونستد-لوری
 ۲۱۳ ۳-۱-۹ نظریه لویس
 ۲۱۵ ۲-۹ شناساگرهای اسید - باز
 ۲۱۷ ۱-۲-۹ تعیین دامنه تغییر رنگ یک شناساگر
 ۲۱۷ ۲-۲-۹ خطای استفاده از شناساگر رنگی
 ۲۱۹ ۳-۹ بررسی انجام پذیری یک سنجش اسید - باز
 ۲۲۰ ۴-۹ محلول های بافر
 ۲۲۳ ۱-۴-۹ تهیه محلول های بافر
 ۲۲۶ ۲-۴-۹ ظرفیت بافری (B)
 ۲۲۷ ۵-۹ سنجش های حجمی اسید - باز
 ۲۲۹ ۱-۵-۹ حجم سنجی اسید - باز قوی
 ۲۳۰ ۲-۵-۹ حجم سنجی اسید - باز ضعیف
 ۲۳۴ ۶-۹ اسیدها و بازهای چند عاملی
 ۲۳۸ ۱-۶-۹ توزیع گونه های اسید - باز به عنوان تابعی از pH
 ۲۳۹ ۲-۶-۹ اسید - بازهای با بیش از یک گروه عاملی
 ۲۴۶ ۷-۹ سنجش اسید - باز در محیط غیر آبی
 ۲۴۶ پرش ها و مسائل
 ۲۶۶

فصل دهم. سنجش های تشکیل کمپلکس

۱-۱۰ کمپلکس های کی لیت ساز

۲-۱۰ کی لیت ساز EDTA

۳-۱۰ ثابت تشکیل مشروط EDTA

۴-۱۰ منحنی سنجش EDTA

۱-۴-۱۰ سنجش های EDTA در حضور عوامل کمپلکس کننده دیگر

۲-۴-۱۰ تعیین نقطه ختم عمل در سنجش های EDTA

۵-۱۰ انواع روش های سنجش با EDTA

۱-۵-۱۰ سنجش مستقیم با EDTA

۲-۵-۱۰ سنجش معکوس با EDTA

۳-۵-۱۰ سنجش جانشینی با EDTA

۴-۵-۱۰ سنجش غیر مستقیم با EDTA

پرش ها و مسائل

باسخ برخی مسائل

پیوست ها

کتابنامه

- ۲۱۱
 ۲۱۱
 ۲۱۲
 ۲۱۳
 ۲۱۵
 ۲۱۷
 ۲۱۷
 ۲۱۹
 ۲۲۰
 ۲۲۳
 ۲۲۶
 ۲۲۷
 ۲۲۹
 ۲۳۰
 ۲۳۴
 ۲۳۸
 ۲۳۹
 ۲۴۶
 ۲۴۶
 ۲۶۶
 ۲۷۱
 ۲۷۱
 ۲۷۳
 ۲۷۹
 ۲۸۴
 ۲۹۰
 ۲۹۷
 ۳۰۱
 ۳۰۱
 ۳۰۴
 ۳۰۵
 ۳۰۶
 ۳۰۶
 ۳۱۱
 ۳۱۹
 ۳۳۳

پیشگفتار مولف

کتاب حاضر بر اساس سرفصل‌های درس شیمی تجزیه ۱ مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی تألیف شده است. مطالب آن در ادامه مباحث مرتبط درس شیمی عمومی ۲ تدوین شده است.

مباحث کتاب شیمی تجزیه ۱ در چارچوب اهداف آموزشی دانشگاه پیام‌نور نوشته شده است. برای رسیدن به این هدف تلاش شده است که در هر بخش مثال‌های متنوع و مرتبط با متن آورده شود. علاوه بر آن در انتهای هر فصل تعدادی مسئله نیز طرح شده است تا به آن جامعیت بخشد.

مطالب شامل ده فصل است. فصل اول شیمی تجزیه، ارتباط آن با سایر علوم و قالب یک تجزیه شیمیایی را معرفی می‌کند. فصل دوم مروری بر تعاریف مختلف غلظت دارد تا دانشجویان قبل از مراجعه به مفاهیم دیگر با این اصطلاحات بیشتر آشنا شوند. در فصل سوم مطالب و مفاهیم آماری مرتبط با شیمی تجزیه آورده شده است تا نقش و جایگاه آمار در شیمی تجزیه معرفی شود. فصل چهارم یکی از روش‌های تجزیه کلاسیک یعنی تجزیه وزنی را مطرح می‌کند. در فصل پنجم تعادلات عمده‌ای که تجزیه کمی با آن سروکار دارد آورده شده است. فصل ششم مباحث مربوط به تعادلات حلالیت و نحوه حل یک مسئله پیچیده را به کمک معادلات موازنه بار و جرم آورده است. در فصل هفتم روش تجزیه حجمی به‌طور کلی و عمومی مطرح شده است تا خواننده قبل از مراجعه به فصول مختلف سنجش‌های حجمی با اصول آن در این فصل آشنا شود. فصول هشتم، نهم و دهم عمده روش‌های حجم‌سنجی یعنی روش‌های حجم‌سنجی رسوبی، اسید-باز و تشکیل کمپلکس را با جزئیات کامل آورده است.

هر اثر علمی بدون همکاری و هم فکری افراد دیگر کامل نمی‌شود. قبل از هر چیز از زحمات فراوان همکاران محترم آقایان دکتر محمود پایه‌قدر و دکتر حسین توللی اعضای محترم هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور جهت ویراستاری علمی نهایت قدردانی می‌شود بدون شک همکاری توأم با دقت این همکاران باعث شد تا بسیاری از اشکالات پنهان، مشخص شده و رفع گردد. از همکار محترم خانم مینا اکبرپور همکار محترم شیمی تجزیه دانشگاه پیام‌نور مرکز بخنورد به خاطر جوصله فراوان در نمونه خوانی کتاب تشکر می‌گردد. از آقای علیرضا کریم‌زاده فارغ‌التحصیل رشته شیمی دانشگاه پیام‌نور مشهد که در اصلاحات گرافیکی و نگارشی با نهایت دقت تلاش زیادی داشتند قدردانی می‌شود.

با تمام تلاشی که برای کیفیت مطالب شده است بی تردید نکات مبهم احتمالی وجود دارد که امید است مدرسین محترم و دانشجویان عزیز ما را از نظرات و پیشنهادات خود بهره‌مند سازند.

عزیزاله نژادعلی
دانشیار شیمی تجزیه دانشگاه پیام‌نور مشهد