



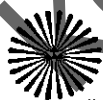
# آزمایشگاه شیمی تجزیه (۱)

(رشته شیمی)

www.ketab.ir

دکتر محمود پایه قدر

|                      |                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| سرشناسه              | : پایه قدر، محمود، ۱۳۳۹-                                       |
| عنوان و نام پدید آور | : آزمایشگاه شیمی تجزیه (۱) (رشته شیمی) / مؤلف: محمود پایه قدر. |
| وضعیت ویراست         | : [ویراست ۲].                                                  |
| مشخصات نشر           | : تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۹.                               |
| مشخصات ظاهری         | : ده، ۱۲۸ ص.                                                   |
| فروست                | : دانشگاه پیام نور: ۱۷۲۹. گروه شیمی: ۱۱۰/م.                    |
| شابک                 | : 978 - 964 - 387 - 772 - 9                                    |
| وضعیت فهرست نویسی    | : فیپا.                                                        |
| موضوع                | : شیمی تجزیه - دست نامه های آزمایشگاهی - آموزش برنامه ای.      |
| موضوع                | : شیمی تجزیه - آزمایش ها - آموزش برنامه ای.                    |
| شناسه افزوده         | : دانشگاه پیام نور.                                            |
| رده بندی کنگره       | : QD۷۶/پ۲۴ ۱۳۸۹                                                |
| رده بندی دیویی       | : ۵۴۳                                                          |
| شماره کتابشناسی ملی  | : ۲۲۶۹۰۱۲                                                      |



دانشگاه پیام نور

### آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱

مؤلف: دکتر محمود پایه قدر

ویراستار علمی: دکتر عزیزاله نژادعلی

تهیه و تولید: مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول (تجدید نظر شده) آذر ۱۳۹۲

شابک: ۹ - ۷۷۲ - ۳۸۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 387 - 772 - 9

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق نشر اعم از چاپی، الکترونیکی، تصویری، صوتی و اینترنتی برای دانشگاه پیام نور محفوظ است)

قیمت: ۳۵۰۰۰ 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 نمره 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 زیبایی 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 با در وبگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

## فهرست

|    |                                             |
|----|---------------------------------------------|
| نه | پیشگفتار اولین چاپ                          |
| ده | پیشگفتار دومین چاپ (تجدیدنظر)               |
| ۱  | فصل اول. اطلاعات عمومی آزمایشگاه شیمی تجزیه |
| ۱  | ۱-۱ مقدمه                                   |
| ۲  | ۲-۱ مقررات آزمایشگاه                        |
| ۳  | ۳-۱ ایمنی در آزمایشگاه                      |
| ۴  | ۴-۱ مقابله با حوادث احتمالی                 |
| ۵  | ۵-۱ واکنشگرها                               |
| ۸  | ۶-۱ تجهیزات                                 |
| ۸  | ۱-۶-۱ بطری شستشو یا آبفشان                  |
| ۸  | ۲-۶-۱ میله‌های همزن                         |
| ۹  | ۳-۶-۱ دسیکاتور                              |
| ۹  | ۴-۶-۱ پی‌پت‌ها                              |
| ۱۱ | ۵-۶-۱ بورت‌ها                               |
| ۱۴ | ۶-۶-۱ بالن‌های حجم‌سنجی                     |
| ۱۶ | ۷-۶-۱ تجهیزات صاف کردن رسوب‌ها              |
| ۲۲ | ۸-۶-۱ انواع بوته                            |
| ۲۳ | ۹-۶-۱ استوانه مدرج، بشر و ارلن‌مایر         |
| ۲۴ | ۷-۱ درجه‌بندی ظروف شیشه‌ای حجم‌سنجی         |
| ۲۵ | ۸-۱ توزین                                   |
| ۲۵ | ۱-۸-۱ ترازوی تجزیه‌ای                       |
| ۲۶ | ۲-۸-۱ ترازوهای الکترونیکی                   |
| ۲۷ | ۹-۱ مفاهیم غلظت                             |
| ۲۷ | ۱-۹-۱ مولالیت                               |
| ۲۹ | ۲-۹-۱ مولالیت                               |
| ۳۰ | ۳-۹-۱ نرمالیت                               |

۴-۹-۱ سایر واحدهای غلظت  
۱۰-۱ مسائل فصل اول

فصل دوم. روش‌های تجزیه کلاسیک

۱-۲ مقدمه

۲-۲ روش‌های حجم‌سنجی

۱-۲-۲ سنجش‌های اسید و باز

۲-۲-۲ سنجش‌های تشکیل رسوب

۳-۲-۲ سنجش‌های تشکیل کمپلکس

۴-۲-۲ سنجش‌های اکسایش - کاهش

۳-۲ روش‌های تجزیه وزنی

۱-۳-۲ روش رسوب دادن

۲-۳-۲ روش‌های تیجیری

۳-۳-۲ روش الکترووزنی

۴-۳-۲ شرایط یک رسوب‌گیری مناسب

۵-۳-۲ واکنشگرهای رسوب‌دهنده

فصل سوم. آزمایش‌ها

۱-۳ تهیه محلول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال استاندارد

۱-۱-۳ روش کار

۲-۱-۳ استاندارد کردن محلول اسید کلریدریک

۳-۱-۳ روش کار استاندارد کردن محلول اسید کلریدریک با کربنات سدیم

۲-۳ تعیین غلظت چند محلول قلیایی

۱-۲-۳ روش کار تعیین مقدار سود

۲-۲-۳ تعیین مقدار سود و کربنات سدیم در یک مخلوط

۳-۲-۳ تعیین قلیانیت سودااش

۳-۳ تهیه محلول N ۰/۱ سود

۱-۳-۳ روش کار

۲-۳-۳ استاندارد کردن محلول سود

۴-۳ تعیین مقدار اسیداستیک در سرکه

۱-۴-۳ روش کار

۵-۳ تهیه محلول M ۰/۱ نیترات نقره و استاندارد کردن آن

۱-۵-۳ روش کار تهیه محلول نیترات نقره M ۰/۱

۲-۵-۳ روش کار استاندارد کردن محلول نیترات نقره با روش مور

۶-۳ اندازه‌گیری کلرید

۱-۶-۳ روش کار فاجانز

۲-۶-۳ روش کار ولهارد

۷-۳ تهیه و استاندارد کردن محلول EDTA

۱-۷-۳ روش کار تهیه محلول EDTA

۲-۷-۳ روش کار تهیه محلول استاندارد کلسیم

۳-۷-۳ روش کار استاندارد کردن محلول EDTA

۸-۳ تعیین سختی کل آب

۱-۸-۳ روش کار

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| ۸۸  | ۹-۳ اندازه گیری نیکل به روش سنجش برگشتی                                |
| ۸۹  | ۱-۹-۳ روش کار تهیه محلول سولفات منیزیم ۰/۱۰ نرمال                      |
| ۸۹  | ۲-۹-۳ روش کار استاندارد کردن محلول سولفات منیزیم                       |
| ۹۰  | ۳-۹-۳ روش کار تعیین مقدار $Ni^{2+}$ در محلول                           |
| ۹۰  | ۱۰-۳ تهیه و استاندارد کردن محلول تیوسولفات سدیم به روش یدسنجی          |
| ۹۲  | ۱-۱۰-۳ روش کار تهیه محلول تیوسولفات سدیم ۰/۱۰ نرمال                    |
| ۹۳  | ۲-۱۰-۳ روش کار استاندارد کردن محلول تیوسولفات سدیم با دی کرومات پتاسیم |
| ۹۵  | ۳-۱۱ اندازه گیری مس با یدومتري                                         |
| ۹۵  | ۱-۱۱-۳ روش کار                                                         |
| ۹۶  | ۱۲-۳ تهیه محلول پرمنگنات پتاسیم استاندارد و اندازه گیری آهن            |
| ۹۷  | ۱-۱۲-۳ روش کار تهیه محلول پرمنگنات پتاسیم ۰/۱ نرمال                    |
| ۹۸  | ۲-۱۲-۳ استاندارد کردن محلول پرمنگنات پتاسیم                            |
| ۹۸  | ۳-۱۲-۳ روش کار استاندارد کردن محلول پرمنگنات پتاسیم                    |
| ۱۰۰ | ۴-۱۲-۳ روش کار اندازه گیری اگزالات                                     |
| ۱۰۲ | ۱۳-۳ اندازه گیری آهن با دی کرومات پتاسیم                               |
| ۱۰۲ | ۱-۱۳-۳ روش کار تهیه محلول ۰/۱ نرمال دی کرومات پتاسیم                   |
| ۱۰۳ | ۲-۱۳-۳ روش اندازه گیری آهن                                             |
| ۱۰۴ | ۱۴-۳ اندازه گیری آهن با روش وزن سنجی                                   |
| ۱۰۵ | ۱-۱۴-۳ روش کار                                                         |
| ۱۰۸ | ۱۵-۳ اندازه گیری باریم به حالت سولفات باریم                            |
| ۱۰۸ | ۱-۱۵-۳ روش کار                                                         |

## فصل چهارم. تجزیه نمونه های معدنی

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۱۱۱ | ۱-۴ مقدمه                                      |
| ۱۱۲ | ۲-۴ نمونه برداری از جامدات                     |
| ۱۱۳ | ۳-۴ انحلال نمونه                               |
| ۱۱۴ | ۴-۴ تعیین مقدار آهن در یک نمونه سنگ معدن       |
| ۱۱۵ | ۱-۴-۴ روش کار                                  |
| ۱۱۶ | ۵-۴ اندازه گیری کروم در سنگ معدن کروم (کرومیت) |
| ۱۱۷ | ۱-۵-۴ روش کار                                  |
| ۱۱۹ | ۶-۴ تعیین مقدار مس و آهن در آلیاژ برنز         |
| ۱۱۹ | ۱-۶-۴ روش کار اندازه گیری مس                   |
| ۱۲۰ | ۲-۶-۴ روش کار اندازه گیری آهن                  |
| ۱۲۱ | ۷-۴ اندازه گیری منگنز در فولاد                 |

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۱۲۳ | پیوست ۱ جدول روش تهیه برخی از محلول ها و شناساگرهای مهم |
| ۱۲۵ | پیوست ۲ جدول مقادیر پتانسیل استاندارد کاهشی الکترودی    |
| ۱۲۶ | پیوست ۳ جدول وزن های اتمی بین المللی بر اساس $^{12}C$   |
| ۱۲۷ | پیوست ۴ جدول وزن فرمولی برخی از ترکیبات مهم             |
| ۱۲۸ | منابع                                                   |

## پیشگفتار اولین چاپ

خدا را سپاس که فرصتی شد گامی کوچک در راه اهداف دانشگاه پیام‌نور بر داشته و کتابی از آزمایش‌های عملی تألیف کنم. هر چند همه آزمایش‌های طراحی شده در این کتاب چندین دوره توسط خود اینجانب اجرا شده‌اند و در اینجا حداقل امکان اصلاح شده‌اند، اما ممکن است اشکال‌هایی داشته باشد. لذا از مدرسین محترم دانشگاه پیام‌نور که این آزمایش‌ها را آموزش می‌دهند، خواهشمند است پیشنهادهای اصلاحی خود را برای این جانب ارسال کنند تا در چاپ نهایی ترتیب اثر داده شده و کتابی شایسته حاصل شود.

تعداد ۲۵ آزمایش مطابق سر فصل‌های درس آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱، مصوبه شورای برنامه‌ریزی ستاد انقلاب فرهنگی در این کتاب آورده شده است، که مرییان عزیز می‌توانند با توجه به امکانات و اوقات ارائه آزمایشگاه، در اجرای آن‌ها تصمیم بگیرند. قابل ذکر است که با برنامه‌ریزی دقیق می‌توان در هر جلسه آزمایشگاه دو آزمایش را به نحو احسن اجرا کرد. امیدوارم که توانسته باشم گامی کوچک در راه اهداف والای دانشگاه پیام‌نور بردارم.

محمود پایه‌قدر

زمستان ۱۳۷۰

### پیشگفتار دومین چاپ (تجدید نظر)

بار دیگر خداوند را سپاس که فرصت تجدید نظر در کتاب آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱ را برای اینجانب فراهم کرد. کتاب قبلی برای تدریس ۲ واحد عملی شیمی تجزیه طراحی شده بود، ولی با توجه به کاهش این درس به یک واحد، تعدادی از آزمایش‌های قبلی حذف شده‌اند.

این کتاب در چهار فصل تدوین شده است. در فصل اول اطلاعات بسیار مفید آزمایشگاه شیمی تجزیه و در فصل دوم روش‌های شیمی تجزیه کلاسیک از دیدگاه عملی بررسی شده‌اند. مطالعه دقیق این دو فصل دانشجویان را برای درک آزمایش‌هایی که در فصل سوم انجام می‌دهند کمک می‌کند. در فصل سوم آزمایش‌های نمونه‌ای شیمی تجزیه آورده شده است به طوری که امکان اجرای همه این آزمایش‌ها در زمان در نظر گرفته شده برای آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱ وجود دارد. در فصل چهارم روش‌های تجزیه چند نمونه حقیقی آورده شده است که مطالعه همه آن‌ها و اجرای حداقل یک مورد از آن‌ها به دانشجویان توصیه می‌شود.

جهت سهولت در تهیه برخی از محلول‌های لازم، روش تهیه آن‌ها به طور خلاصه در پیوستی آورده شده است. در ضمن برخی از سایت‌های اینترنتی که در تألیف کتاب از آن‌ها استفاده شده است به عنوان منابع آورده شده‌اند که دانشجویان برای تهیه گزارش کار خود می‌توانند به آن‌ها مراجعه کنند.

دکتر محمود پایه‌قدر  
زمستان ۱۳۸۹