

دستور کار آزمایشگاه

شیمی تجزیه ۱ و ۲

مؤلف:

دکتر اکرم رحیمی

(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد درود)



۱۳۹۶

سرشناسه	رحیمی، اکرم، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور	دستور کار آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱ و ۲ / مولف اکرم رحیمی.
مشخصات نشر	بروجرد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد؛ دوره: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دورود، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۱۱۴ ص.
شابک	978-964-10-5025-4
وضعیت فهرست نویسی	۸۰۰۰۰ ریال
موضوع	فیفا
موضوع	شیمی تجزیه -- دستنامه‌های آزمایشگاهی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	Chemistry, Analytic -- Laboratory manuals -- Study and teaching (Higher)
موضوع	شیمی تجزیه -- آزمایش‌ها -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	Chemistry, Analytic -- Experiments -- Study and teaching (Higher)
شناسه افزوده	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد
شناسه اثر	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دورود
رده‌بندی کتبی	۱۳۹۶ ۵۵۳ / ۷۶ QD
رده‌بندی دیویی	۵۰۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۹۷۴۸



دانشگاه آزاد اسلامی - واحد بروجرد و دورود

دستور کار آزمایشگاه شیمی تجزیه (۱) و (۲)

مؤلف

دکتر اکرم رحیمی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

مدیر مسؤول: دکتر علی آریابور

ناظر چاپ: حسام یاریار

چاپ و صحافی: نویسنده

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۶

شمارگان: ۲۰۰۰

بها: ۸۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۰۲۵-۴

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

بروجرد - میدان نواب - خیابان یادگار امام - مجتمع دانشگاهی امام خمینی (ره)

تلفکس: ۰۶۶-۴۲۵۱۸۰۱۲

پیشگفتار

شیمی تجزیه یکی از شاخه‌های مهم و کاربردی شیمی است که با جداسازی، شناسایی و تعیین مقدار نسبی اجزای سازنده یک نمونه از ماده سروکار دارد. تجزیه کمی، مقدار نسبی آنالیت را به صورت عددی مشخص می‌کند و تجزیه کیفی، هویت شیمیایی گونه‌ها را در نمونه آشکار می‌سازد. تجزیه کمی و کیفی شامل یک مرحله جداسازی نیز هست. در آزمایشگاه شیمی تجزیه (۱) با روش‌های کلاسیک تعیین مقدار مواد، در آزمایشگاه شیمی تجزیه (۲) با روش‌های الکتروشیمیایی تجزیه آشنا می‌شوید.

این کتاب با توجه به سرفصل‌های برنامه درس آزمایشگاه شیمی تجزیه (۱) و (۲) دوره کارشناسی شیمی در قالب یک کتاب رشته برپا درآمده است. هدف کلی در این کتاب آشنا ساختن دانشجویان با روش‌های کمی شیمی تجزیه، روش‌های بنیادی الکتروشیمی و کسب مهارت در کاربرد آنهاست. در هر آزمایش ابتدا مباحث نظری و سپس شرح و انجام آزمایش آورده شده است. در پایان هر آزمایش نیز تعدادی سوال در رابطه با همان آزمایش مطرح شد است که به یادگیری و درک بیشتر دانشجویان کمک می‌کند. از طرفی گردآوری مطالب در "یک کتاب این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌سازد که با تهیه یک کتاب از سرفصل‌های هر دو آزمایش به بهره‌مند گردند. در این کتاب آزمایشهایی انتخاب شده‌اند که شاید بتوان گفت در هر واحد دانشگاهی کمترین امکانات نیز قابل انجام می‌باشند. امید است کتاب حاضر بتواند در راستای اهداف مذکور برای دانشجویان شیمی مفید واقع شود.

ضمناً از همکاری صمیمانه رؤسای محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، بروجرد آقایان دکتر منصور ترکیان تبار و دکتر داریوش جاوید و همچنین معاونت محترم پژوهش و فناوری واحد دورود و بروجرد آقایان دکتر احسان حیدری و دکتر محمدرضا معظمی گودرزی و از مدیر محترم دانش رات علمی واحد بروجرد جناب آقای حسام یاریار کمال تشکر و قدردانی را دارم.

دکتر اکرم رحیمی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد دورود

فهرست مطالب

فصل اول: دستور کار آزمایشگاه شیمی تجزیه ۱

۲۲	۱- مقدمه
۲۲	۲- روش های بیان غلظت
۲۳	الف) رلا ریت (M)
۲۳	ب) غلظت در صدی
۲۴	ج) کسر مول (X)
۲۴	د) مولالیت (m)
۲۴	ه) قسمت در میلیون (ppm)
۲۵	و) نرمالیت (N)
۲۶	۳- نکات مهم در تهیه یک محلول
۲۶	۴- وسایل اندازه گیری دقیق حجم
۲۷	۵- مواد شیمیایی مورد مصرف در تهیه محلول ها
۲۷	۶- روش تهیه محلول از مواد شیمیایی جامد
۲۸	۷- روش تهیه محلول از محلول های غلیظ
۲۹	آزمایش ۱: تیتراسیون خنثی شدن (اسید-باز)
۲۹	۱-۱- تئوری آزمایش
۳۱	۱-۲- اهمیت استفاده از شناساگر مناسب در تیتراسیون
۳۲	۱-۳- روش کار
۳۲	۱-۳-۱- تیتراسیون اسید-بازی (اسیدیمتری)
۳۳	۱-۳-۲- تعیین شناساگر مناسب
۳۳	۱-۴- سوالات
۳۴	آزمایش ۲: استاندارد کردن سود و تعیین مقدار استیک اسید

- ۳۳..... ۱-۲- تنوری آزمایش
- ۳۴..... ۱-۱-۲- اهمیت استاندارد کردن سود و سایر محلول‌های قلیایی
- ۳۵..... ۲-۲- محلول‌های مورد نیاز
- ۳۵..... ۳-۲- روش کار
- ۳۵..... ۱-۳-۲- استاندارد کردن سود
- ۳۶..... ۲-۳-۲- تعیین مقدار استیک اسید
- ۳۶..... ۴-۲- سوالات
- ۳۷..... آزمایش ۳: استاندارد کردن HCl توسط سدیم کربنات استاندارد
- ۳۷..... ۱-۳- ترری، آزمایش
- ۳۸..... ۳-۲- روش کار
- ۳۸..... ۲-۳- ۱- پترو، بون، مرحله ای
- ۳۸..... ۲-۲-۳- تیتراسیون دو مرحله ای
- ۳۹..... ۳-۳- سوالات
- ۴۰..... آزمایش ۴: تعیین مقدار کربنات و سود در مخلوط
- ۴۰..... ۱-۴- تنوری آزمایش
- ۴۰..... ۲-۴- روش کار
- ۴۰..... ۱-۲-۴- تعیین مقدار کربنات و سود در مخلوط آنها
- ۴۱..... ۲-۲-۴- تعیین مقدار کربنات و بیکربنات در مخلوط آنها
- ۴۲..... ۳-۴- سوالات
- ۴۳..... آزمایش ۵: اندازه گیری وزنی نیکل
- ۴۳..... ۱-۵- تنوری آزمایش
- ۴۴..... ۲-۵- محلول‌های مورد نیاز
- ۴۵..... ۳-۵- روش کار
- ۴۵..... ۴-۵- سوالات
- ۴۶..... آزمایش ۶: تعیین درصد خلوص کلسیم کربنات

۴۶	۱-۶- تنوری آزمایش
۴۶	۲-۶- روش کار
۴۷	۳-۶- سوالات
۴۸	آزمایش ۷: تعیین مقدار یون کلرید به روش مور
۴۸	۱-۷- تنوری آزمایش
۴۹	۲-۷- محلول‌های مورد نیاز
۵۰	۳-۷- روش کار
۵۰	۳- - تیتراسیون شاهد
۵۰	۲-۳-۷- تیتراسیون اصلی
۵۰	۴-۷- سوالات
۵۱	آزمایش ۸: سنجش یون ریمبه به روش رلهارد
۵۱	۱-۸- تنوری آزمایش
۵۲	۲-۸- محلول‌های مورد نیاز
۵۲	۳-۸- روش کار
۵۲	۴-۸- سوالات
۵۳	آزمایش ۹: تیتراسیون کمپلکس‌سنجی - اندازه‌گیری سختی آب
۵۳	۱-۹- تنوری آزمایش
۵۵	۲-۹- شناساگرهای تیتراسیون‌های تشکیل کمپلکس
۵۵	۳-۹- سختی آب
۵۶	۱-۳-۹- اثرات منفی آب سخت
۵۷	۴-۹- روش کار
۵۷	۵-۹- سوالات
۵۸	آزمایش ۱۰: اندازه‌گیری آهن توسط یون دی کرومات
۵۸	۱-۱۰- تنوری آزمایش
۵۹	۲-۱۰- واکنش‌ها

- ۱۰-۳- محلول‌های مورد نیاز..... ۵۹
- ۱۰-۴- روش کار..... ۵۹
- ۱۰-۵- سوالات..... ۶۰
- آزمایش ۱۱: تیتراسیون اکسایش - کاهش (یدومتري - تعيين مقدار Cu^{2+})..... ۶۱
- ۱۱-۱- تئوري آزمایش..... ۶۱
- ۱۱-۱-۱- روش مستقيم (یدومتري)..... ۶۱
- ۱۱-۱-۲- روش غير مستقيم (یدومتري)..... ۶۱
- ۱۱-۲- تعيين مقدار Cu^{2+} ۶۳
- ۱۱-۳- محلول‌های مورد نیاز..... ۶۴
- ۱۱-۴- روش کار..... ۶۴
- ۱۱-۱-۱- تاندر کردن سدیم تیوسولفات ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)..... ۶۴
- ۱۱-۴-۲- تیتراسیون..... ۶۵
- ۱۱-۵- سوالات..... ۶۵

فصل دوم: دستور کار آزمایشگاه شیمی تجزیه ۲

- ۱- مقدمه..... ۶۷
- ۲- پتانسیل سنجی..... ۶۷
- ۳- الکتروود شیشه برای اندازه گیری pH..... ۶۸
- ۴- مزایای pH متر..... ۷۱
- ۵- خطای قلیایی..... ۷۱
- ۶- خطای اسیدی..... ۷۲
- ۷- چند نکته..... ۷۲
- ۸- سوالات..... ۷۳
- آزمایش ۱: pH متري - تیتراسیون جداگانه هیدروکلریک اسید (HCl) و استیک اسید (HOAc) توسط NaOH..... ۷۵
- ۱-۱- تئوري آزمایش..... ۷۵

۷۶	۲-۱- روش کار
۷۶	۱-۲-۱- تیتراسیون مقدماتی
۷۷	۲-۲-۱- تیتراسیون pH متری
۷۷	۳-۱- سؤالات
	آزمایش ۲: pH متری- تیتراسیون مخلوط هیدروکلریک اسید و استیک اسید توسط سود
۷۹	استاندارد
۷۹	۱-۲- تئوری آزمایش
۸۰	۲-۱- روش کار
۸۱	۳-۲- سؤالات
	آزمایش ۳: pH متری- تیتراسیون فسفریک اسید (H_3PO_4) توسط NaOH و محاسبه K_1 , K_2 , K_3
۸۲	K_1
۸۲	۱-۳- تئوری آزمایش
۸۳	۲-۳- روش محاسبه K_1 , K_2 , K_3
۸۳	۱-۲-۳- روش محاسبه K_1
۸۳	۲-۲-۳- روش محاسبه K_2
۸۴	۳-۲-۳- روش محاسبه K_3
۸۵	۳-۳- روش کار
۸۵	۴-۳- سؤالات
	آزمایش ۴: تعیین غلظت آهن (II) توسط تیتراسیون پتانسیومتری Fe^{2+} با پتانسیومتر کرومات
۸۶	استاندارد
۸۶	۱-۴- تئوری آزمایش
۸۸	۲-۴- اثر رقت بر روی منحنی های تیتراسیون اکسا-کاهشی
۸۸	۳-۴- اثر کامل بودن واکنش
۸۹	۴-۴- روش کار
۸۹	۵-۴- سؤالات

- آزمایش ۵: تیتراسیون پتانسیومتری یدید (I⁻) توسط محلول پرمنگنات استاندارد..... ۹۰
- ۵-۱- تئوری آزمایش..... ۹۰
- ۵-۲- استاندارد کردن محلول آبی پرمنگنات با سدیم اکسالات..... ۹۱
- ۵-۳- روش کار..... ۹۲
- ۵-۳-۱- استاندارد کردن پرمنگنات..... ۹۲
- ۵-۳-۲- تعیین میلی گرم های محلول یدید..... ۹۲
- ۵-۴- سوالات..... ۹۳
- آزمایش ۶: هدایت سنجی - تیتراسیون هیدروکلریک اسید و استیک اسید و مخلوط آنها با استفاده از سود..... ۹۴
- ۶-۱- تئوری آزمایش..... ۹۴
- ۶-۲- تیتراسیون هدایت سنجی..... ۹۴
- ۶-۳- روابط مورد استفاده در هدایت سنجی..... ۹۵
- ۶-۴- دستگاه اندازه گیری هدایت..... ۹۷
- ۶-۵- اثر دما..... ۹۷
- ۶-۶- اثر رقت..... ۹۸
- ۶-۷- شکل منحنی تیتراسیون..... ۹۸
- ۶-۸- روش کار..... ۹۸
- ۶-۸-۱- تیتراسیون هیدروکلریک اسید مجهول..... ۹۸
- ۶-۸-۲- تیتراسیون استیک اسید و به دست آوردن ثابت اسید..... ۹۹
- ۶-۸-۳- تیتراسیون مخلوط هیدروکلریک اسید و استیک اسید..... ۹۹
- ۶-۹- سوالات..... ۹۹
- آزمایش ۷: اندازه گیری انحلال پذیری و K_{sp} یک نمک کم محلول به روش هدایت سنجی..... ۱۰۱
- ۷-۱- روش کار..... ۱۰۱
- ۷-۲- سوالات..... ۱۰۱

آزمایش ۸: تعیین مقدار مس به روش اسپکتروفتومتری	۱۰۲
۸-۱- تئوری آزمایش	۱۰۲
۸-۲- محدودیت‌های قانون بیر	۱۰۵
۸-۳- دستگاه اسپکتروفتومتر	۱۰۶
۸-۴- روش کار	۱۰۷
۸-۵- سوالات	۱۰۷
آزمایش ۹: اندازه‌گیری غلظت مس در محلول به روش الکترووزنی (الکتروگراویمتری)	۱۰۸
۹-۱- تئوری آزمایش	۱۰۸
۹-۲- اساس روش الکتروگراویمتری	۱۰۸
۹-۳- مزایای روش الکتروگراویمتری	۱۰۹
۹-۴- انواع روش الکتروگراویمتری	۱۰۹
۹-۵- مدار الکتروگراویمتر در پتانسیل سل ثابت	۱۰۹
۹-۶- روش کار	۱۱۰
۹-۷- سوالات	۱۱۰
منابع فصل اول:	۱۱۳
منابع فصل دوم:	۱۱۳