

اصول شیمی تجزیہ

و روش حل مسائل آن

محمد احسان شاپورگان، سید احمد رضا مرجمهر، سید حیدر مروج

www.ketab.ir



انتشارات فاضلی

حروفچینی و صفحه‌بندی (TeX-پارسی): زهره امینی

نظارت بر چاپ: علی محمدپور

نمونه‌خوانی: ابوالفضل بیرامی

لیتوگرافی: نقش سبز

طراحی جلد: علی ابوالحسنی

چاپ و صحافی: نقش جوهر

اصول شیمی تجزیه

و روش‌های حل مسائل آن

مؤلفان: محمد احسان شاپورگان، سید احمدرضا مرجانمهر، سید حیدر مروج

ویراستار صوری-زبانی: فرید مصطفی فاطمی

ناشر: انتشارات فاطمی

چاپ اول، ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۲۰۰۰ تومان

شابک ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۱۱-۱۷-۴

ISBN 978-622-6011-17-4

■ کلیه حقوق این اثر برای انتشارات فاطمی محفوظ است. تکثیر، انتشار و ذخیره‌سازی تمام یا بخشی از این اثر به هر شکل (چاپی، الکترونیکی و ...) بدون مجوز از ناشر، غیرقانونی و قابل پیگرد است.

نشانی دفتر: میدان فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهاس شریعی،

شماره ۱۴، کدپستی ۱۴۱۵۸۸۴۷۴۱، تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵

نمبر: ۸۸۹۴۴۰۵۱ • info@fatemi.ir • fatemi.ir

نشانی فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، تقاطع شهدای ژاندارم،

تلفن: ۶۶۹۷۳۴۷۸ نمابر: ۶۶۹۷۳۷۱۰



شابورگان، محمد احسان، ۱۳۷۴-

اصول شیمی تجزیه و روش‌های حل مسائل آن / مؤلفان محمد احسان شاپورگان، سید احمدرضا مرجانمهر، سید حیدر مروج؛ ویراستار صوری-زبانی فرید مصطفی فاطمی. - تهران: فاطمی، ۱۳۹۷.

هشت، ۳۹۲ ص.

ISBN 978-622-6011-17-4

فیبا.

۱. شیمی تجزیه، Chemistry, Analytic. الف. مرجانمهر، سید احمدرضا، ۱۳۷۴. - ب. مروج، سید حیدر، ۱۳۷۳. -

۵۲۳

QD۷۵/۲/۱۳۹۷

۵۱۵۹۲۹۹

کتابخانه ملی ایران

فهرست

پیشگفتار

بخش اول: تعادل شیمیایی

فصل ۱: مفهوم تعادل و ثابت تعادل

۱-۱ تعریف تعادل

۱-۲ انواع واکنش‌های تعادلی از نظر فاز مواد شرکت‌کننده

۱-۳ رابطه ثابت تعادل

۱-۴ تفسیر کمی مقدار ثابت تعادل

۱-۵ محاسبه غلظت‌های تعادلی به کمک ثابت تعادل

۱-۶ تعیین جهت انجام واکنش‌های تعادلی

پرسش‌های فصل ۱

فصل ۲: عوامل مؤثر بر تعادل

۲-۱ اصل لوشاتلیه

۲-۲ تغییرات کمی ثابت تعادل - رابطه وانت‌هوف

۲-۳ برخی ثابت تعادل‌های معروف

پرسش‌های فصل ۲

هفت

۱

۳

۳

۴

۵

۱۰

۱۲

۱۳

۱۶

۲۳

۲۳

۲۷

۲۹

۳۳

۳۷	فصل ۳: روش حل سیستماتیک مسائل
۳۷	۱-۳ انواع روابط در شیمی تجزیه
۴۲	۲-۳ تقریب‌های منطقی
۴۳	۳-۳ مفهوم خطا
۴۳	۴-۳ انواع واکنش‌ها از نظر میزان پیشرفت
۴۴	۵-۳ روش حل سیستماتیک
۴۷	پرسش‌های فصل ۳
۵۱	فصل ۴: تعادلهای رسوبی
۵۱	۱-۴ انحلال پذیری مولی
۵۲	۲-۴ محاسبه انحلال پذیری مولی
۶۱	۳-۴ عوامل مؤثر بر انحلال پذیری در آب‌ها
۶۵	۴-۴ رسوب‌گیری جزء به جزء
۶۷	پرسش‌های فصل ۴
۷۳	پاسخ پرسش‌های بخش اول
۷۳	پاسخ پرسش‌های فصل ۱
۸۳	پاسخ پرسش‌های فصل ۲
۸۷	پاسخ پرسش‌های فصل ۳
۹۴	پاسخ پرسش‌های فصل ۴
۱۰۷	بخش دوم: واکنش‌های اسید - باز
۱۰۹	فصل ۱: مفاهیم کلی مربوط به اسید و باز
۱۰۹	۱-۱ تاریخچه نظریه‌های مربوط به اسید-باز
۱۱۳	۲-۱ اسید و باز مزدوج
۱۱۵	۳-۱ ظرفیت اسیدی و بازی
۱۱۶	۴-۱ قدرت اسیدی و بازی
۱۱۹	۵-۱ آمفوترها
۱۲۰	۶-۱ تأثیر حلال در محلول

۱۲۲	۷-۱ تعریف pH و نمودار آن
۱۲۵	پرسش‌های فصل ۱
۱۲۹	فصل ۲: سیستم‌های اسید و باز ساده
۱۲۹	۱-۲ محاسبه pH محلول اسید قوی
۱۳۲	۲-۲ محاسبه pH محلول اسید ضعیف
۱۳۶	۳-۲ درصد تفکیک
۱۳۷	۴-۲ اسیدهای چندظرفیتی
۱۴۰	۵-۲ سیستم‌های بافری
۱۵۵	پرسش‌های فصل ۲
۱۶۲	فصل ۳: سیستم‌های پیاده اسید و باز
۱۶۲	۱-۳ محاسبه pH محلول حاوی چند اسید یا چند باز
۱۶۷	۲-۳ محاسبه pH محلول اسید و باز ضعیف از دو گونه مختلف
۱۷۴	۳-۳ جزء مولی و نمودار برتری گونه‌ها
۱۸۲	۴-۳ محلول حاوی چند اسید، چند باز و چند آهن‌تر در حضور هم
۱۸۶	پرسش‌های فصل ۳
۱۹۲	فصل ۴: مقدمه‌ای بر تیتراسیون‌های اسید و باز
۱۹۲	۱-۴ روش کلی انجام فرایند تیتراسیون در آزمایشگاه
۱۹۳	۲-۴ نقطه پایان و هم‌ارزی
۱۹۳	۳-۴ شرایط انتخاب یک واکنش برای تیتراسیون
۱۹۴	۴-۴ شناساگرها
۱۹۶	۵-۴ خطای تیتراسیون
۱۹۷	۶-۴ انواع مختلف تیتراسیون‌های اسید و باز
۲۰۷	۷-۴ نقطه پایانی مبهم
۲۰۹	پرسش‌های فصل ۴
۲۱۷	پاسخ پرسش‌های بخش دوم
۲۱۷	پاسخ پرسش‌های فصل ۱
۲۲۱	پاسخ پرسش‌های فصل ۲

۲۳۶	پاسخ پرسش‌های فصل ۳
۲۵۱	پاسخ پرسش‌های فصل ۴
۲۶۳	بخش سوم: الکتروشیمی
۲۶۵	فصل ۱: مبانی الکتروشیمی
۲۶۵	۱-۱ تعریف اکسایش - کاهش
۲۷۰	۱-۲ موازنه واکنش‌های اکسایش - کاهش
۲۸۲	۱-۳ استوکیومتری واکنش‌های اکسایش - کاهش
۲۸۸	پرسش‌های فصل ۱
۲۹۶	فصل ۲: سلول الکتروشیمیایی و پتانسیل الکترودی
۲۹۶	۲-۱ سلول الکتروشیمیایی
۲۹۹	۲-۲ پتانسیل استاندارد
۳۰۶	۲-۳ انواع سلول‌های الکتروشیمیایی
۳۱۷	پرسش‌های فصل ۲
۳۲۸	فصل ۳: سیستم‌های الکتروشیمیایی
۳۲۸	۳-۱ شمای خطی سلول‌ها
۳۳۰	۳-۲ به دست آوردن E° نیم‌واکنش‌ها از نیم‌واکنش‌های موجود
۳۳۳	۳-۳ عوامل مؤثر بر پتانسیل سلول
۳۳۹	۳-۴ سیستم‌های پیچیده الکتروشیمیایی
۳۴۷	۳-۵ پتانسیل فرمال
۳۵۱	پرسش‌های فصل ۳
۳۵۹	پاسخ پرسش‌های بخش سوم
۳۵۹	پاسخ پرسش‌های فصل ۱
۳۷۰	پاسخ پرسش‌های فصل ۲
۳۷۷	پاسخ پرسش‌های فصل ۳

پیشگفتار

خداوند منان را شاکریم که به ما توفیق نگاشتن این کتاب را عطا نمود. کتابی که پیش‌روی شماست، شامل بحث‌هایی پیرامون شیمی تجزیه است. هدف از نگارش این کتاب، آموزش کامل مفاهیم و روش‌های حل مسئله‌های شیمی تجزیه است. در این کتاب، مباحث از سطح مقدماتی تا پیشرفته مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در هر فصل کتاب، در مورد هر مبحث چندین مثال حل شده آمده است. همچنین در پایان هر فصل، چندین پرسش در قالب سه دسته پرسش‌های چندگزینه‌ای، تحلیلی و محاسباتی آورده شده است. پرسش‌های چندگزینه‌ای شامل پرسش‌های تألیفی و پرسش‌های المپیادهای ملی کشورهای آمریکا، کانادا و استرالیا در سال‌های اخیر است. این پرسش‌ها به ترتیب از سطح بسیار ساده تا دشوار آورده شده‌اند.

اغلب پرسش‌های تحلیلی با توجه به مباحث مفهومی بیان شده در هر فصل طرح شده‌اند و شامل پرسش‌هایی هستند که باید با استفاده از مفاهیمی که در آن فصل آموخته‌اید، به استدلال و تجزیه و تحلیل بپردازید.

پرسش‌های محاسباتی شامل پرسش‌های چند قسمتی هستند که به حل پیچیده‌تر محاسباتی نیاز دارند و نسبت به پرسش‌های چندگزینه‌ای دشوارترند.

مطالعه این کتاب برای علاقه‌مندان به شرکت در المپیادهای دانش‌آموزی و دانشجویی شیمی و نیز دانشجویان علاقه‌مند به شیمی تجزیه در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد مفید است.

در پایان لازم می‌دانیم از آقای عرفان شاپورگان که برای ویراستاری این کتاب زحمت بسیار کشیده‌اند و نیز از مدیران انتشارات فاطمی که با پشتکار فراوان برای هر چه بهتر شدن این کتاب تلاش کردند، تشکر و قدردانی ویژه به عمل آوریم.

محمد احسان شاپورگان

سید احمد رضا مرجانمهر

سید حیدر مروج

www.ketab.ir