



سیمی فرایندها

بر اساس سرفصل‌های رشته‌های مهندسی بهداشت محیط و مهندسی محیط زیست

تالیف و گردآوری:

دکتر مهسا جهانگیری راد

مهندس فاطمه آمره



انتشارات آواي قلم

سرشناسه: جهانگیری راد، مهسا، ۱۳۶۴ - گردآورنده
عنوان و نام پدیدآور: شیمی فرایندها: بر اساس سرفصل‌های رشته‌ی مهندسی بهداشت محیط و مهندسی محیط زیست/ تالیف و گردآوری مهسا جهانگیری راد، فاطمه آمره.
مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۴۰۰. مشخصات ظاهری: ۲۱۶ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۸۹-۳ وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: شیمی - فرایندها موضوع: Chemical processes
شناسه افزوده: آمره، فاطمه، ۱۳۷۰-، گردآورنده
رده بندی کنگره: TP۱۵۵/۷
رده بندی دیویی: ۶۶۰/۲۸۱
شماره کتابشناسی ملی: ۷۳۹۲۲۹۶

شیمی فرایندها

بر اساس سرفصل‌های رشته‌ی مهندسی بهداشت محیط و مهندسی محیط زیست

تالیف و گردآوری: مهسا جهانگیری راد- فاطمه آمره	تاریخ نشر:	۱۴۰۰
انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
انتشارات خانیان	شمارگان:	۲۰۰ جلد
انتشارات آوای قلم (مهران خانی)	قیمت:	۶۰۰۰۰ تومان
شابک:		۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۸۹-۳

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه

داوود آبادی شرقی - پلاک ۴- زنگ دوم

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست

صفحه	عنوان
۸.....	مقدمه ناشر.....
۹.....	مقدمه مؤلفان.....

فصل اول: ماده و انرژی

۱۲.....	۱-۱ مقدمه.....
۱۲.....	۲-۱ ماده.....
۱۲.....	۱-۲-۱ حالات ماده.....
۱۳.....	۲-۲-۱ تغییر ماده.....
۱۳.....	۳-۱ انرژی.....
۱۳.....	۱-۳-۱ قانون بقای انرژی.....
۱۳.....	۴-۱ خصوصیات ماده.....
۱۴.....	۵-۱ واحدهای اندازه‌گیری و بیان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی.....
۱۵.....	۶-۱ واحدهای متریک.....
۱۵.....	۱-۶-۱ جرم.....
۱۵.....	۳-۶-۱ حجم.....
۱۷.....	۴-۶-۱ دما.....
۱۸.....	۵-۶-۱ دانسیته و وزن مخصوص.....
۱۹.....	۶-۶-۱ قسمت در میلیون.....
۲۶.....	۷-۱ نماد علمی یا توانی.....

فصل دوم: عناصر

۲۸.....	۱-۲ عناصر.....
۲۹.....	۲-۲ نمادهای شیمیایی.....
۲۹.....	۳-۲ ساختمان اتم.....
۳۳.....	۵-۲ عدد آووگادرو و مول.....
۳۳.....	۶-۲ جدول تناوبی.....
۳۶.....	۷-۲ قانون تناوبی.....

- ۸-۲ مروری بر کاربرد فعلی اصطلاح «فلز سنگین» ۳۹
- ۹-۲ طبقه‌بندی شیمیایی عناصر فلزی بر اساس جدول تناوبی ۴۰
- ۱۰-۲ طبقه‌بندی شیمیایی بر اساس رفتار اسید لوئیس ۴۱

فصل سوم: ترکیبات

- ۱-۳ ترکیبات ۴۶
- ۲-۳ قانون اجزای سازنده معین ۴۶
- ۳-۳ عدد اکسیداسیون (ظرفیت) ۴۶
- ۴-۳ ترکیبات یونی ۴۷
- ۵-۳ ترکیبات کووالانسی ۴۸
- ۶-۳ فرمول‌های شیمیایی ۵۱
- ۷-۳ نام‌گذاری ترکیبات ۵۳

فصل چهارم: محلول‌ها

- ۱-۴ محلول‌ها ۵۶
- ۲-۴ واحدهای مورد استفاده برای بیان غلظت یک محلول ۵۷
- ۳-۴ محلول اشباع ۶۰
- ۴-۴ محلول‌های غیر اشباع ۶۰
- ۵-۴ محلول‌های فوق اشباع ۶۰
- ۶-۴ محلول‌های رقیق و غلیظ ۶۱
- ۷-۴ محلول‌های استاندارد ۶۱
- ۸-۴ عوامل مؤثر بر حلالیت ۶۲
- ۹-۴ دما ۶۲

فصل پنجم: اسیدها، بازها و نمک‌ها

- ۱-۵ اسیدها، بازها و نمک‌ها ۷۲
- ۲-۵ اسیدها ۷۲
- ۳-۵ ویژگی‌های اسیدها ۷۷
- ۴-۵ نام‌گذاری اسیدها ۷۷
- ۵-۵ بازها ۷۸

۷۹	۵-۵-۱ ویژگی‌های بازها.....
۷۹	۵-۶ ترکیبات آمفوتر.....
۷۹	۵-۷ انیدریدها.....
۸۰	۵-۸ نمک‌ها.....

فصل ششم: معادلات شیمیایی

۸۲	۶-۱ معادلات شیمیایی.....
۸۲	۶-۲ قانون بقای جرم.....
۸۲	۶-۳ مراحل نوشتن یک معادله موازنه.....
۸۴	۶-۴ استوکیومتری واکنش.....
۸۶	۶-۵ انواع واکنش‌های شیمیایی.....
۹۰	۶-۶ چگونه یک معادله ردوکس را موازنه کنیم.....
۹۲	۶-۸ فعالیت الکترونی و PE.....
۹۳	۶-۹ قانون هنری.....

فصل هفتم: ترمودینامیک و راکتورها

۱۰۰	۷-۱ قوانین ترمودینامیک.....
۱۰۰	۷-۱-۱ قانون اول ترمودینامیک.....
۱۰۲	۷-۲ آنتالپی.....
۱۰۳	۷-۳ انرژی پیوند.....
۱۰۴	۷-۴ آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک.....
۱۰۵	۷-۵ انرژی آزاد گیبس.....
۱۰۶	۷-۶ سینتیک واکنش‌های شیمیایی.....
۱۰۶	۷-۷ واکنش درجه صفر.....
۱۰۷	۷-۸ واکنش درجه اول.....
۱۰۸	۷-۹ واکنش درجه دوم.....
۱۱۱	۷-۱۰ نیمه‌عمر و رابطه آن با ثابت سرعت.....
۱۱۳	۷-۱۱ واکنش‌های درجه اول کاذب.....
۱۱۵	۷-۱۲ تأثیر دما بر ثابت‌های سرعت.....
۱۱۶	۷-۱۳ ثابت حلالیت محصول.....
۱۱۸	۷-۱۴ اثر حضور یون‌ها و pH ناشی از آن‌ها در حلالیت یک ماده.....

۱۱۹.....	۱۵-۷ پیش‌بینی ایجاد رسوب در واکنشها
۱۲۰.....	۱۶-۷ راکتورها (واحد‌های تصفیه).....
۱۲۱.....	۱۸-۷ راکتورهای اختلاط کامل با جریان پیوسته (CFSTR).....
۱۲۴.....	۱۹-۷ راکتورهای جریان پیستونی (PFR).....
۱۲۶.....	۲۰-۷ راکتورهای اختلاط کامل ناپیوسته (CMBR).....
۱۲۷.....	۲۱-۷ راکتورهای با جریان نامنظم (AFR).....
۱۲۸.....	۲۲-۷ راکتورهای بستر شناور (FBR).....
۱۲۸.....	۲۳-۷ راکتورهای بستر آکنده (PBR).....
۱۲۹.....	۲۴-۷ راکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR).....

فصل هشتم: اکسیداسیون پیشرفته

۱۳۶.....	۱-۸ فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته.....
۱۳۷.....	۲-۸ درجه تجزیه توسط فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته.....
۱۳۸.....	۳-۸ مراحل تجزیه ترکیبات آلی توسط رادیکال هیدروکسیل.....
۱۳۸.....	۱-۳-۸ افزودن رادیکال.....
۱۳۸.....	۲-۳-۸ ربایش الکترون.....
۱۳۸.....	۳-۳-۸ انتقال الکترون.....
۱۳۹.....	۴-۳-۸ تلفیق رادیکال.....
۱۴۳.....	۴-۸ حذف ترکیبات آلی طبیعی موجود در آب توسط فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته.....

فصل نهم: انعقاد و نم‌سازی

۱۴۶.....	۱-۹ انعقاد و لخته‌سازی.....
۱۴۶.....	۲-۹ راه‌های باردار شدن ذرات کلوئیدی.....
۱۴۷.....	۳-۹ انواع ذرات کلوئیدی.....
۱۴۸.....	۴-۹ عامل هیدراته شدن ذرات کلوئیدی.....
۱۴۸.....	۵-۹ مکانیزم تشکیل لایه‌های یونی در اطراف ذرات کلوئیدی.....
۱۴۸.....	۶-۹ پتانسیل الکتریکی ذرات کلوئیدی.....
۱۴۹.....	۷-۹ ناپایداری‌سازی الکترواستاتیکی کلوئیدها.....
۱۵۱.....	۸-۹ مکانیسم‌های ناپایداری‌سازی کلوئیدها.....
۱۵۲.....	۹-۹ تقسیم‌بندی آب‌های سطحی بر اساس میزان کدورت و قلیائیت.....
۱۵۳.....	۱۰-۹ مروری بر ترکیبات متداول جهت فرایند انعقاد.....

- ۱۱-۹ باز یافت منعقدکننده‌های آهن و آلومینیوم..... ۱۵۸
- ۱۲-۹ مزیت استفاده از نمک‌های آهن به جای آلوم..... ۱۵۸
- ۱۳-۹ آزمایش جار ۱۵۸

فصل دهم: تعویض یون

- ۱-۱۰ تعویض یون..... ۱۶۲
- ۲-۱۰ مکانیسم‌های اثرگذار بر تبادل یونی..... ۱۶۳
- ۳-۱۰ ضریب گزینش رزین‌ها..... ۱۶۳
- ۴-۱۰ رزین‌های کاتیونی..... ۱۶۴
- ۵-۱۰ رزین‌های آنیونی..... ۱۶۶
- ۶-۱۰ ظرفیت رزین‌ها..... ۱۶۶
- ۷-۱۰ مقایسه رزین‌های ضعیف و قوی..... ۱۶۷
- ۸-۱۰ تولید آب بدون یون..... ۱۶۷
- ۹-۱۰ آلومینای فعال..... ۱۶۷

فصل یازدهم: جذب

- ۱-۱۱ جذب..... ۱۷۰
- ۲-۱۱ انواع جذب..... ۱۷۱
- ۳-۱۱ ایزوترم جذب..... ۱۷۲
- ۴-۱۱ انواع ایزوترم‌های جذب..... ۱۷۲
- ۵-۱۱ علت پدیده جذب..... ۱۷۵
- ۶-۱۱ سینتیک جذب..... ۱۸۱
- ۷-۱۱ معادله انتشار درون ذره‌ای..... ۱۸۳
- پیوست‌ها..... ۱۸۴
- پیوست ۱- پتانسیل احیا E° نیمه واکنش‌ها..... ۱۸۵
- پیوست ۲- ثابت حلالیت ترکیبات مختلف..... ۱۹۰
- فهرست منابع..... ۱۹۱
- واژه‌نامه..... ۱۹۸

تقدیم به

انسان‌هایی که

به فردایی بهتر

می‌اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال‌طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهم‌ترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هم‌وطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ام به خصوص خانم‌ها مهسا جهانگیری راد و فاطمه امره (تألیف و گردآوری) و مهندس علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

مقدمه مؤلفان

بارالها تمامی جهان و هر آنچه که در آن وجود دارد هستی و وجود خود را از تو دارند و تو سر منشا تمام اجزا عالم هستی. تفکر و تعقل در نعمت‌هاست و شکرگزاری این نعمت‌ها بی‌شک سبب روشن شدن دل و تابیدن نور ایمان و توکل بر قلیمان می‌گردد.

پروردگارا، سپاس بیکران تو را، که به ما توفیق خدمت‌گزاری به نسل آینده ساز این مرز و بوم را عطا فرمودی. امید است که این اثر بتواند نقشی هرچند کوچک در خدمت به جامعه دانشگاهی کشور بر دارد و زمینه بهره‌مندی افراد علاقه‌مند به علم‌آموزی را فراهم نماید.

شیمی محیط زیست به عنوان یک موضوع صرفاً اندازه‌گیری آلاینده‌ها در محیط زیست نمی‌باشد، بلکه درک فرآیندهای شیمیایی در محیط طبیعی و چگونگی واکنش این فرآیندهای شیمیایی به خصوص در اثر ورود یکباره و یا به تدریج ترکیبات شیمیایی به کل محیط زیست است.

برای اکثر دانشجویانی که علاقه زیادی به مسائل محیط زیستی دارند، شیمی به همان اندازه جذابیت ندارد. از طرفی باید اذعان نمود که پاسخ به طیف وسیعی از سوالات زیست‌محیطی را نمی‌توان ارائه داد، مگر اینکه آشنایی با مسائل اصلی در شیمی پایه درک شود. این کتاب تلاش می‌کند تا یادگیری شیمی پایه را با کاربرد آن در توضیح و حل مشکلات زیست‌محیطی پیوند دهد و سعی دارد با طرح و حل مسائل مربوطه در هر فصل کاربرد مباحث مطرح شده را عینی‌تر سازد.

کتاب حاضر مطابق با سرفصل درس فرایندها و عملیات در مهندسی بهداشت محیط برای دانشجویان مقطع کارشناسی تهیه گردیده و مشتمل بر دو قسمت است. در فصول ابتدایی کتاب توضیحاتی در ارتباط با شیمی عمومی داده شده است و در قسمت دوم مباحث شیمی محیط زیست مطابق سرفصل اعلامی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی بحث گردیده است. البته ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد بهداشت محیط و محیط زیست و یا هر کس دیگری که علاقه‌مند به آشنایی با مسائل پایه شیمی محیط است نیز می‌تواند از این کتاب بهره گیرد.

در پایان جا دارد از تمامی عزیزانی که ما را در پدید آوردن این اثر یاری نمودند به‌خصوص همکار محترم جناب آقای دکتر محمد رفیعی که در تمامی مراحل کار از راهنمایی‌های کاربردی ایشان استفاده کردیم، کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشیم. ضمناً از شما همکاران محترم نیز خواهشمندیم ما را از نظرات و پیشنهادات ارزشمندتان بهره‌مند سازید.