

آزمایشگاه شیمی صنعتی

مؤلفان:

فرشته نادری عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

موسی یاری عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت

سارا علی نیا مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

انتشارات فرانما

۱۳۹۰

سرشناسه: نادری، فرشته، ۱۳۵۲
عنوان و نام پدیدآور: آزمایشگاه شیمی صنعتی / مؤلفان: فرشته نادری، موسی یاری، سارا علی‌نیا
مشخصات نشر: تهران، فرانما، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری: ۱۹۸ ص. مصور، جدول، نمودار
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۱۲-۶۸-۰
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
موضوع: شیمی صنعتی-دستنامه‌های آزمایشگاهی
شناسه افزوده: یاری، موسی، ۱۳۴۸
شناسه افزوده: علی‌نیا، سارا، ۱۳۶۰
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ TP۱۴۵/ن۲۴۴
رده‌بندی دیویی: ۶۶۰
شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۸۴۰۱۱

آدرس دفتر مرکزی و مرکز پخش تهران: خیابان آزادی، ابتدای رودکی جنوبی، کوچه رامسر، پلاک ۱، طبقه سوم- تلفن ۶۶۹۴۱۷۰۸-۶۶۵۷۴۶۹۳

آزمایشگاه شیمی صنعتی

مؤلفان: فرشته نادری، موسی یاری، سارا علی‌نیا

ناشر: فرانما

نوبت چاپ: اول- شهریور ۱۳۹۰

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

چاپ: عصر انتظار

صحافی: عصر انتظار

حروفچینی: فرانما

صفحه‌آرایی: فرانما

طرح روی جلد: زهرا خسروانجم

لیتوگرافی: وتوس

قیمت: ۵۵۰۰۰ ریال

شابک: ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۵۴۱۲-۶۸-۰

حق چاپ و نشر برای مؤلفان محفوظ است و هرگونه نسخه‌برداری از آن پیگرد قانونی دارد.



انتشارات فرانما

مقدمه

سپاس یزدان پاک را که یاری نمود تا بتوانیم کتابی که اینک در اختیار شماست را تهیه نماییم. کتاب آزمایشگاه شیمی صنعتی مطابق با آخرین تغییرات سر فصل دروس جهت دانشجویان رشته شیمی و مهندسی شیمی و سایر علاقه‌مندان به مباحث جاری، تهیه و تدوین گردیده است.

این کتاب مشتمل بر ۴ بخش می‌باشد که در بخش اول (فصل‌های اول تا سوم) با ایمنی در آزمایشگاه، نحوه محاسبه خطای آزمایش و روش نگارش گزارش کار آزمایشگاه آشنا می‌شوید.

در بخش دوم که مربوط به انتقال حرارت می‌باشد، (فصل‌های چهارم تا ششم) به انتقال حرارت هدایتی، جابجایی و مغرفی مبدل‌های حرارتی همچنین آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات مربوط به آنها پرداخته می‌شود.

در بخش سوم که مربوط به مکانیک سیالات می‌باشد، (فصل‌های هفتم تا دوازدهم) به شش آزمایش مهم پرداخته می‌شود که عبارتند از: ۱- اندازه‌گیری عدد رینولدز، ۲- تحقیق در رابطه برنولی، ۳- افت‌ها در سیستم لوله‌کشی، ۴- اندازه‌گیری دبی در لوله‌ها، ۵- جریان مایعات از یک روزنه (اریفیس) و ۶- تعیین گرانروی یک سیال به روش استوکس.

در بخش چهارم که مربوط به انتقال جرم می‌باشد (فصل‌های سیزدهم و چهاردهم) به دو مبحث اصلی در انتقال جرم تقطیر و تبخیر پرداخته شده و آزمایش‌های مربوط به برج تقطیر سینی‌دار شیشه‌ای و تبخیرکننده‌ها ارائه گردیده است.

در پایان هر چند دقت زیادی به عمل آمده که کتاب عاری از هر نوع عیب و نقصی باشد، اما بی‌گمان چنین نخواهد بود. لذا از شما عزیزان تقاضا داریم که با ارسال نظرات و پیشنهادات خود به آدرس انتشارات، در هر چه بهتر شدن کتاب ما را یاری نمایید.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

	مقدمه
	بخش اول
۱	فصل اول - ایمنی در آزمایشگاه
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ قوانین اساسی ایمنی
۲	۳-۱ استفاده از نیروی الکتریسیته
۳	۴-۱ جلوگیری از آتش و انفجار
۴	۵-۱ استفاده از مواد سمی و خورنده
۴	۶-۱ جلوگیری از سوختگی و بریدگی
۵	۷-۱ محافظت از بینایی
۵	۸-۱ محافظت از شنوایی
۵	۹-۱ لباس و پوشاک
۵	۱۰-۱ علائم و نمادهای هشداردهنده
۶	۱۱-۱ کمک‌های اولیه
۷	فصل دوم- نحوه محاسبه خطای آزمایش
۷	۱-۲ مقدمه
۷	۲-۲ عوامل خطا
۷	۱-۲-۲ محیط آزمایشگاه
۸	۲-۲-۲ عدم حساسیت دستگاه
۸	۳-۲-۲ خطای ناشی از شخص اندازه‌گیر
۹	۱-۳-۲-۲ خطای مطلق
۱۱	۲-۳-۲-۲ خطای نسبی
۱۱	۴-۲-۲ خطای وسیله اندازه‌گیری
۱۲	۳-۲ خطای حاصل جمع
۱۴	۴-۲ خطای تفاضل

عنوان

صفحه

۱۵	۵-۲ خطای حاصلضرب
۱۶	۶-۲ خطای خارج قسمت
۱۹	فصل سوم- نحوه نگارش گزارش کار آزمایشگاه
۱۹	۱-۳ مقدمه
۱۹	۲-۳ نکاتی برای نگارش گزارش کار
۲۳	۳-۳ فرمت استاندارد گزارش‌های آزمایشگاهی
۲۳	۱-۳-۳ صفحه عنوان
۲۳	۲-۳-۳ مقدمه
۲۴	۳-۳-۳ تئوری
۲۴	۴-۳-۳ دستورالعمل (نحوه انجام آزمایش)
۲۴	۵-۳-۳ نتایج و تحلیل
۲۴	۶-۳-۳ نتیجه‌گیری
۲۵	۷-۳-۳ پیشنهاد
۲۵	۸-۳-۳ مراجع
	بخش دوم - انتقال حرارت
۲۷	فصل چهارم- انتقال حرارت هدایتی
۲۷	۱-۴ مقدمه
۲۷	۲-۴ انتقال حرارت هدایتی
۳۴	۳-۴ سیستم‌های شعاعی
۳۴	۴-۴ ضریب هدایت حرارتی
۳۸	۵-۴ دستگاه انتقال حرارت هدایتی
۳۸	۱-۵-۴ مقدمه
۳۸	۲-۵-۴ شرح بخش بررسی انتقال حرارت در جامدات
۳۹	۳-۵-۴ شرح اجزای قسمت هدایت محوری
۴۰	۴-۵-۴ شرح اجزای بخش هدایت شعاعی
۴۳	۵-۵-۴ شرح بخش انتقال حرارت در سیالات
۴۴	۶-۴ آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات آنها

۴۴	۷-۴ آزمایش‌های بخش اندازه‌گیری هدایت حرارتی جامدات
۴۴	۱-۷-۴ آزمایش اول: بررسی هدایت حرارتی جامدات در طول یک میله با جنس ساده
۴۶	۲-۷-۴ آزمایش دوم: بررسی هدایت حرارتی جامدات در طول یک میله با جنس مرکب
۴۸	۳-۷-۴ آزمایش سوم: بررسی اثر تغییر سطح هدایت حرارتی جامدات در طول یک میله با جنس ساده
۵۰	۴-۷-۴ آزمایش چهارم: بررسی اثر سطح تماس هدایت حرارتی در طول یک میله با جنس ساده
۵۲	۵-۷-۴ آزمایش پنجم: محاسبه ضریب هدایت حرارتی در یک عایق
۵۳	۶-۷-۴ آزمایش ششم: محاسبه ضریب هدایت حرارتی در انتقال حرارت شعاعی
۵۶	۸-۴ آزمایش‌های بخش اندازه‌گیری هدایت حرارتی سیالات
۵۶	۱-۸-۴ آزمایش اول: کالیبراسیون
۵۷	۲-۸-۴ آزمایش دوم: اندازه‌گیری ضریب هدایت حرارتی
۵۹	۹-۴ منابع خطا
۶۱	فصل پنجم- انتقال حرارت جابجایی
۶۱	۱-۵ مقدمه
۶۱	۲-۵ انتقال حرارت جابجایی
۶۳	۳-۵ دستگاه بررسی انتقال حرارت جابجایی آزاد و اجباری
۶۳	۱-۳-۵ شرح دستگاه
۶۳	۲-۳-۵ شرح قطعات
۶۵	۳-۳-۵ آماده‌سازی دستگاه
۶۵	۴-۳-۵ خاموش کردن
۶۶	۴-۵ آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات آنها
۶۷	۱-۴-۵ نکات مهم در ارتباط با آزمایش‌ها
۶۸	۲-۴-۵ آزمایش اول: رابطه توان ورودی و دمای سطح در انتقال حرارت جابجایی آزاد

۶۹	۳-۴-۵ آزمایش دوم: رابطه توان ورودی و دمای سطح در انتقال حرارت جابجایی اجباری
۷۰	۴-۴-۵ آزمایش سوم: بررسی توزیع دما در طول یک سطح افزایش یافته
۷۲	۵-۴-۵ آزمایش چهارم: بررسی اثر افزایش سطح در میزان انتقال حرارت از سطح
۷۴	۶-۴-۵ آزمایش پنجم: مقایسه انتقال حرارت در جریان جابجایی آزاد در یک سطح افقی و قائم ..
۷۷	فصل ششم - مبدل‌های حرارتی
۷۷	۱-۶ مقدمه
۷۸	۲-۶ دسته‌بندی مبدل‌های حرارتی
۷۸	۱-۲-۶ بر اساس نوع و سطح تماس سیال سرد و گرم
۷۹	۲-۲-۶ بر اساس جهت جریان سیال سرد و گرم
۸۴	۳-۲-۶ بر اساس نوع ساختمان و نحوه عملکرد
۸۴	۳-۶ مبدل‌های حرارتی لوله‌ای
۸۴	۱-۳-۶ مبدل حرارتی دو لوله‌ای
۸۷	۲-۳-۶ مبدل‌های حرارتی لوله مارپیچ
۸۸	۳-۳-۶ مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله
۸۹	۴-۶ اجزاء مختلف مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله
۹۰	۱-۴-۶ لوله‌ها (Tubes)
۹۰	۲-۴-۶ پوسته (Shell)
۹۰	۳-۴-۶ صفحه لوله (Tube Sheet)
۹۱	۴-۴-۶ کانال (Channel)
۹۱	۵-۴-۶ تیغه (Baffle)
۹۱	۶-۴-۶ سر پوسته (Shell Head)
۹۲	۵-۶ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای
۹۲	۱-۵-۶ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای واشردار
۹۳	۲-۵-۶ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای حلزونی

صفحه	عنوان
۹۴	۳-۵-۶ مبدل‌های حرارتی لاملا
۹۵	۴-۵-۶ عوامل مؤثر در استفاده بیشتر از مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای
۹۶	۶-۶ مبدل‌های حرارتی پره‌ای
۹۶	۷-۶ بازیاب‌ها
۹۷	۸-۶ دستگاه مبدل حرارتی پوسته و لوله
۹۸	۱-۸-۶ شرح دستگاه
۹۹	۲-۸-۶ دیاگرام دستگاه
۱۰۰	۳-۸-۶ شرح قطعات
۱۰۰	۴-۸-۶ نکاتی جهت آماده‌سازی و راه‌اندازی دستگاه
۱۰۳	۵-۸-۶ خاموش کردن
۱۰۳	۹-۶ آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات آنها
۱۰۳	۱-۹-۶ آزمایش اول: جریان ناهمسو، آب گرم درون لوله و آب سرد درون پوسته
۱۰۶	۲-۹-۶ آزمایش دوم: جریان همسو، آب گرم درون لوله و آب سرد درون پوسته
۱۰۷	۳-۹-۶ آزمایش سوم: جریان ناهمسو، آب گرم درون پوسته و آب سرد درون لوله
۱۰۸	۴-۹-۶ آزمایش چهارم: جریان همسو، آب گرم درون پوسته و آب سرد درون لوله
۱۰۹	۵-۹-۶ تفسیر اولیه نتایج
۱۰۹	۶-۹-۶ منابع خطا
۱۱۰	۷-۹-۶ محاسبات
	بخش سوم - مکانیک سیالات
۱۱۳	فصل هفتم - اندازه‌گیری عدد رینولدز
۱۱۳	۱-۷ مقدمه
۱۱۳	۲-۷ تئوری آزمایش
۱۱۴	۳-۷ عدد رینولدز

عنوان

صفحه

۱۱۴	۷-۳-۱ عدد رینولدز در لوله
۱۱۵	۷-۳-۲ عدد رینولدز بحرانی
۱۱۶	۷-۴ شرح دستگاه
۱۱۷	۷-۵ روش انجام آزمایش
۱۱۸	۷-۶ محاسبات
۱۲۱	فصل هشتم - تحقیق در رابطه برنولی
۱۲۱	۸-۱ مقدمه
۱۲۱	۸-۲ معادله برنولی
۱۲۲	۸-۳ معادله تصحیح شده برنولی برای جریان داخل لوله‌ها
۱۲۲	۸-۳-۱ تصحیح انرژی جنبشی
۱۲۳	۸-۳-۲ تصحیح رابطه برنولی به خاطر وجود اصطکاک
۱۲۴	۸-۴ روش‌های اندازه‌گیری سیال
۱۲۴	۸-۴-۱ روش انسداد جریان
۱۲۴	۸-۴-۲ ونتوری متر
۱۲۶	۸-۵ شرح دستگاه
۱۲۶	۸-۶ روش انجام آزمایش
۱۲۸	۸-۷ محاسبات
۱۳۱	فصل نهم - افت‌ها در سیستم لوله‌کشی
۱۳۱	۹-۱ مقدمه
۱۳۱	۹-۲ تئوری آزمایش
۱۳۲	۹-۲-۱ افت انرژی در لوله‌های مستقیم
۱۳۳	۹-۲-۲ افت انرژی در اثر تغییر ناگهانی سطح مقطع لوله
۱۳۷	۹-۳ شرح دستگاه
۱۳۹	۹-۴ روش انجام آزمایش
۱۴۱	۹-۵ محاسبات
۱۴۳	فصل دهم - اندازه‌گیری دبی در لوله‌ها
۱۴۳	۱۰-۱ مقدمه

۱۴۳	۱۰-۲ تنوری آزمایش
۱۴۶	۱۰-۳ افت انرژی در هر قسمت و تعیین ضرایب آن
۱۴۷	۱۰-۳-۱ و نتوری متر
۱۴۸	۱۰-۳-۲ دیفیوزر (انبساط مخروطی)
۱۴۸	۱۰-۳-۳ اریفیس متر
۱۴۹	۱۰-۳-۴ زانوئی ۹۰ درجه
۱۴۹	۱۰-۳-۵ روتامتر
۱۵۱	۱۰-۴ روش انجام آزمایش
۱۵۳	۱۰-۵ محاسبات
۱۵۵	فصل یازدهم - جریان مایعات از یک روزنه (اریفیس)
۱۵۵	۱۱-۱ مقدمه
۱۵۵	۱۱-۲ تنوری آزمایش
۱۵۶	۱۱-۳ تعیین مقادیر ضریب سرعت، سطح و تخلیه
۱۵۷	۱۱-۴ روش انجام آزمایش
۱۵۷	۱۱-۴-۱ هدف از انجام مراحل آزمایش
۱۵۹	۱۱-۵ محاسبات
۱۶۱	فصل دوازدهم - تعیین گرانیوی یک سیال به روش استوکس
۱۶۱	۱۲-۱ مقدمه
۱۶۱	۱۲-۲ وسائل مورد نیاز برای انجام آزمایش
۱۶۱	۱۲-۳ روش انجام آزمایش
۱۶۴	۱۲-۴ نتایج آزمایش
۱۶۴	۱۲-۵ محاسبات
	بخش چهارم - انتقال جرم
۱۶۵	فصل سیزدهم - برج تقطیر
۱۶۵	۱۳-۱ مقدمه
۱۶۶	۱۳-۲ برج های انباشته
۱۶۷	۱۳-۲-۱ شیوه قرار دادن مواد انباشتی

عنوان

صفحه

۱۶۸	۲-۲-۱۳ مقایسه برج‌های انباشته با برج‌های سینی‌دار
۱۶۸	۳-۱۳ انواع فرایندهای تقطیر
۱۶۸	۱-۳-۱۳ تقطیر تبخیر ناگهانی
۱۶۸	۲-۳-۱۳ تقطیر با مایع برگشتی (تقطیر همراه با تصفیه)
۱۶۹	۳-۳-۱۳ تقطیر نوبتی
۱۷۰	۴-۳-۱۳ تقطیر مداوم
۱۷۰	۴-۱۳ انواع مایع برگشتی
۱۷۱	۱-۴-۱۳ نسبت مایع برگشتی
۱۷۱	۵-۱۳ بخش‌های اصلی برج تقطیر
۱۷۱	۶-۱۳ انواع برج‌های تقطیر
۱۷۱	۷-۱۳ انواع برج‌های سینی‌دار
۱۷۲	۱-۷-۱۳ طرز کار یک برج سینی‌دار
۱۷۲	۲-۷-۱۳ خوراک (Feed)
۱۷۳	۳-۷-۱۳ محصول بالاسری (Overhead Product)
۱۷۳	۴-۷-۱۳ محصول ته‌مانده (Product Bottom)
۱۷۳	۵-۷-۱۳ نسبت برگشت (پس‌ریز) (Reflux Ratio)
۱۷۳	۶-۷-۱۳ نسبت برگشتی و اثرات آن بر شرایط کارکرد برج
۱۷۴	۸-۱۳ جوش‌آور (Reboiler)
۱۷۴	۱-۸-۱۳ انواع جوش‌آورها
۱۷۵	۲-۸-۱۳ معیارهای انتخاب جوش‌آور مناسب
۱۷۵	۳-۸-۱۳ انتخاب نوع (Reboiler)
۱۷۵	۹-۱۳ چگالنده (Condenser)
۱۷۶	۱۰-۱۳ برج تقطیر سینی‌دار شیشه‌ای
۱۷۶	۱-۱۰-۱۳ مقدمه
۱۷۷	۲-۱۰-۱۳ شرح دستگاه
۱۷۷	۳-۱۰-۱۳ شرح قطعات
۱۷۸	۴-۱۰-۱۳ عملیات راه‌اندازی

۱۷۸	۱۳-۱۰-۵ عملیات خاموش کردن دستگاه (shut down)
۱۸۰	۱۳-۱۱ آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات آنها
۱۸۰	۱۳-۱۱-۱ آزمایش اول: برج تقطیر در حالت برگشت کامل
۱۸۳	۱۳-۱۱-۲ آزمایش دوم: برج تقطیر در حالت پیوسته با نسبت برگشت مشخص
۱۸۷	فصل چهاردهم - تبخیر و تبخیرکننده‌ها
۱۸۷	۱۴-۱ مقدمه
۱۸۸	۱۴-۲ تبخیرکننده‌های عمودی با لوله بلند
۱۸۸	۱۴-۲-۱ تبخیرکننده‌های با چرخش طبیعی (Natural circulation)
۱۹۰	۱۴-۲-۲ تبخیرکننده با گردش اجباری (Forced circulation evaporator)
۱۹۰	۱۴-۳ تبخیرکننده همزن‌دار
۱۹۱	۱۴-۴ تبخیرکننده چند مرحله‌ای
۱۹۲	۱۴-۵ نکات مهم در طراحی تبخیرکننده‌ها
۱۹۳	۱۴-۶ مواردی از کاربرد تبخیرکننده
۱۹۳	۱۴-۶-۱ تأمین آب خالص در نیروگاه‌های بخار
۱۹۳	۱۴-۶-۲ دستگاه‌های سرماساز
۱۹۴	۱۴-۷ شرح دستگاه تبخیرکننده دو مرحله‌ای
۱۹۵	۱۴-۸ آزمایش‌ها، نحوه انجام و محاسبات آنها
۱۹۵	۱۴-۸-۱ تئوری
۱۹۵	۱۴-۸-۲ روش انجام آزمایش
۱۹۶	۱۴-۸-۳ محاسبات