

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۴۰۹

توفیقی، سیدپندار	۵۴۳
عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی / مؤلفان: سید پندار توفیقی، ساسان صدرایی نوری	ع ۸۵۳ / ت
– تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲	۱۳۹۲
۱۱۲ ص: مصور – (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۹ ۲۴)	
متون درسی رشته صنایع شیمیایی، زمینه صنعت	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های	
درسی رشته صنایع شیمیایی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش	
وزارت آموزش و پرورش	
۱ تجزیه دستگاهی ۲ صنایع شیمیایی الف ایران وزارت آموزش و پرورش دفتر	
برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش ب عنوان ج فروست	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های
فنی و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir

وبگاه (وبسایت) www.tvoccd.sch.ir

این کتاب در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ بر اساس نظرها و پیشنهادهای هنرآموزان سراسر کشور پس از
تأیید در کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی بازنگری و اصلاح شده است

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب : عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی - ۴۹۲/۳

مؤلفان : مهندس سید پندار توفیقی، مهندس ساسان صدرایی نوری

اعضای کمیسیون تخصصی : محمدرضا ارشدی، طیبه کنشلو، مرضیه گرد، ساسان صدرایی نوری،

اعظم صفاری و ناصر رضایی شوشتری

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۰۹۲۶۶-۸۸۳۰، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وبسایت : www.chap.sch.ir

صفحه آرا : علی نجمی

طراح جلد : علیرضا رضائی کُر

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو بخش)

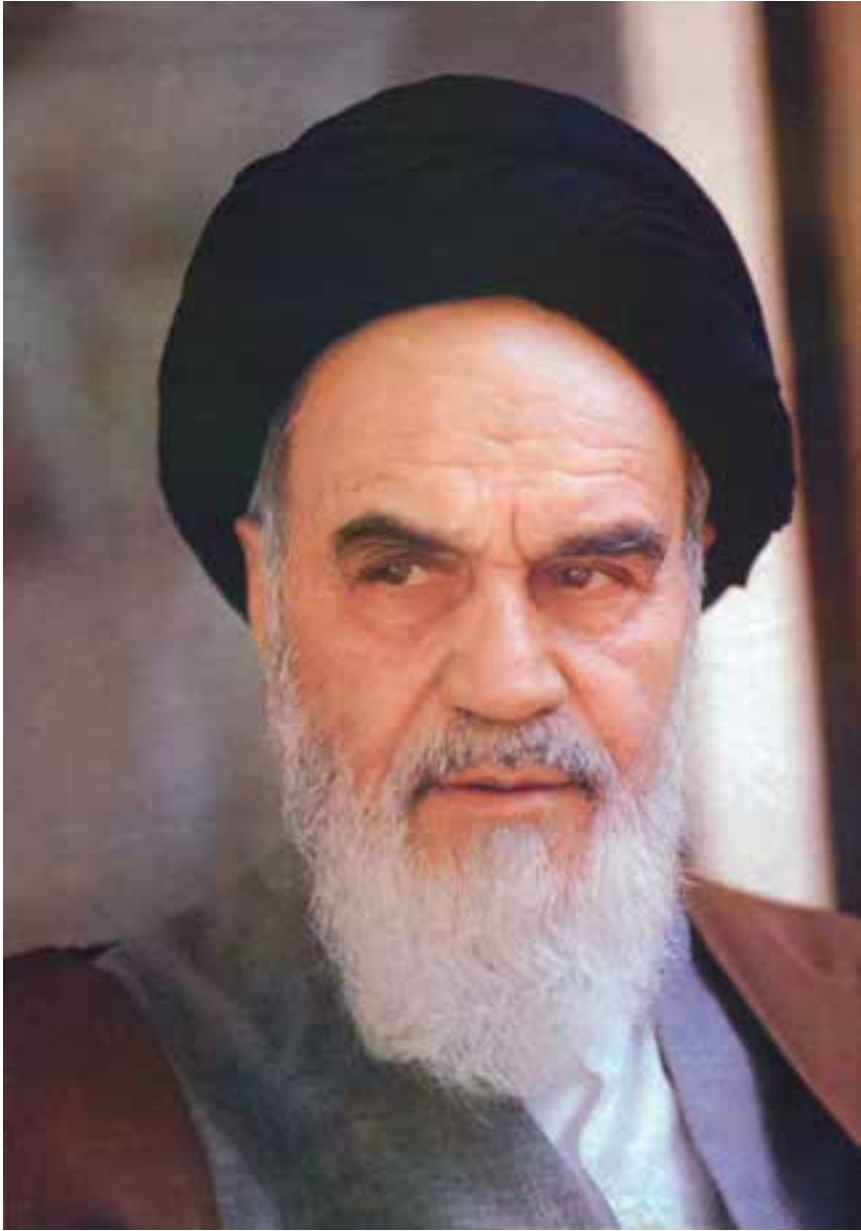
تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : دانش پژوه

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوازدهم ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.

شابک ISBN 964-05-0985-X ۹۶۴ -۰۵-۰۹۸۵-X



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست

۱۷	۳-۵- فشار نسبی و فشار مطلق		مقدمه
۱۹	خودآزمایی		فصل اول - سیستم واحدهای
		۱	اندازه‌گیری
	فصل چهارم - اندازه‌گیری جریان	۱	۱-۱- مفهوم اندازه‌گیری و اهمیت آن
۲۰	سیالات	۱	۲-۱- روش اندازه‌گیری
۲۰	۱-۴- تعریف دبی	۲	۳-۱- واحدها
۲۰	۲-۴- دبی حجمی	۳	۴-۱- دستگاه واحدها
۲۰	۳-۴- دبی جرمی	۵	۵-۱- تبدیل واحدها
۲۰	۴-۴- واحدهای دبی حجمی و جرمی	۹	خودآزمایی
	۴-۵- روش‌های اندازه‌گیری جریان		
۲۱	سیالات	۱۰	فصل دوم - اندازه‌گیری دما
	۴-۵-۱- روش جابه‌جایی مثبت	۱۰	۱-۲- دما
۲۱	(روش پیمانه‌ای)	۱۰	۲-۲- واحدهای اندازه‌گیری دما
۲۲	۴-۵-۲- روش انسداد جریان		۲-۲-۱- درجه سلسیوس
	۴-۵-۳- مقایسه اری فیس و	۱۰	(سانتی‌گراد)
۲۳	ونتوری متر	۱۰	۲-۲-۲- درجه فارنهایت
	۴-۵-۴- روش اثرات مقاومت	۱۱	۲-۲-۳- درجه کلوین
۲۳	سیال (استفاده از روتامتر)	۱۱	۲-۲-۴- درجه رنکین
	۴-۶- روش اندازه‌گیری دبی به وسیله	۱۱	۳-۲- تبدیل واحدهای دما به یکدیگر
۲۴	سرعت سیال	۱۲	۴-۲- دماسنج (ترمومتر)
۲۵	خودآزمایی	۱۳	خودآزمایی
۲۶	فصل پنجم - ترازوها و چگالی سنج‌ها	۱۴	فصل سوم - اندازه‌گیری فشار
۲۶	۱-۵- جرم و وزن	۱۴	۱-۳- تعریف فشار
۲۶	۱-۱-۵- تعریف جرم	۱۵	۲-۳- فشار مایعات
۲۶	۲-۱-۵- وزن	۱۶	۳-۳- فشار گازها
۲۷	۲-۵- چگالی (جرم حجمی)	۱۶	۴-۳- واحدهای فشار

۲۹	۳-۵- چگالی نسبی
۲۹	۴-۵- چگالی سنج
۳۱	خودآزمایی
۳۲	فصل ششم - پمپ‌ها
۳۲	۱-۶- تعریف پمپ
۳۲	۲-۶- انتخاب انواع پمپ
۳۲	۳-۶- تقسیم‌بندی پمپ‌ها
۳۳	۴-۶- پمپ‌های گریز از مرکز
۳۳	۵-۶- تقسیم‌بندی پمپ‌های گریز از مرکز
	۶-۶- مشخصات اصلی پمپ‌های
	گریز از مرکز
۳۶	۷-۶- پمپ‌های رفت و برگشتی
۳۷	۸-۶- مشخصات اصلی پمپ‌های
۳۷	رفت و برگشتی
۳۸	۹-۶- کاویتاسیون (حفره‌زایی)
۳۸	خودآزمایی
	فصل هفتم - مبدل‌های حرارتی،
	کوره‌ها
۳۹	۱-۷- مقدمه
۳۹	۲-۷- دسته‌بندی مبدل‌های حرارتی
۳۹	۱-۲-۷- بر مبنای ساختمان مبدل
	۲-۲-۷- تقسیم‌بندی مبدل‌ها
۴۰	بر اساس نوع جریان
۴۰	۳-۷- مبدل‌های حرارتی لوله‌ای
	۱-۳-۷- مبدل‌های حرارتی
۴۱	دو لوله‌ای
۲۹	۷-۳-۲- مبدل‌های حرارتی
۴۱	پیوسته - لوله
۴۲	۷-۴- برج‌های خنک‌کننده
۴۴	۷-۵- کوره‌ها
۴۴	۷-۵-۱- ساختمان دیواره کوره‌ها
۴۴	۷-۵-۲- انواع کوره‌ها
۴۴	۷-۵-۳- کوره‌های سوختی
۴۵	۷-۵-۴- کوره‌های الکتریکی
۴۶	۷-۵-۵- کوره‌های تابشی
۴۶	خودآزمایی
۴۷	فصل هشتم - کنترل فرآیندها
۴۷	۸-۱- مقدمه
۴۷	۸-۲- کنترل دما
۴۸	۸-۳- حلقه کنترل
۴۹	۸-۴- کنترل فشار
۵۰	۸-۵- کنترل سطح مایع
۵۱	۸-۶- اجزای یک سیستم کنترل ساده
۵۲	۸-۷- شیرهای کنترل بادی
۵۲	خودآزمایی
۵۳	فصل نهم - راکتورهای شیمیایی
۵۴	۹-۱- تقسیم‌بندی راکتورها
۵۴	۹-۲- راکتورهای ناپیوسته
۵۶	۹-۳- راکتورهای پیوسته
۵۸	۹-۴- راکتورهای نیمه پیوسته
۵۸	۹-۵- طراحی راکتور
۶۱	خودآزمایی

۸۴	۱-۱۱- اصول تقطیر	فصل دهم - مخلوط‌کن‌ها و دستگاه‌های
۸۴	۲-۱۱- انواع تقطیر	کاهش اندازه ۶۲
۸۵	۱-۲-۱۱- تقطیر ساده	۱-۱-۱- انواع اختلاط ۶۲
۸۶	۲-۲-۱۱- تبخیر ناگهانی	۱-۱-۱- اختلاط دو یا چند
	۳-۲-۱۱- تقطیر جزء به جزء	مایع محلول (یک فاز) ۶۳
۸۶	(نایب‌سته)	۱-۲-۱- اختلاط دو یا چند
	۴-۲-۱۱- تقطیر جزء به جزء	مایع نامحلول (دو یا چند فاز) ۶۴
۸۷	(پیوسته)	۱-۳-۱- تعلیق جامد در مایع ۶۴
۸۹	۳-۱۱- فشار برج‌های تقطیر	۱-۴-۱- پخش گاز در مایع ۶۴
۹۰	۴-۱۱- استخراج مایع از مایع	۱-۵-۱- تماس سه فاز ۶۵
	۵-۱۱- عملیات استخراج	۱-۶-۱- اختلاط جامدات ۶۵
۹۱	(فرآیند استخراج)	۱-۲-۱- انواع مخلوط‌کن‌ها ۶۵
۹۱	۶-۱۱- انتخاب حلال	۱-۲-۱- مخلوط‌کن‌های فاز
۹۲	۷-۱۱- برج‌های تقطیر	مایع ۶۵
۹۲	۱-۷-۱۱- برج‌های سینی‌دار	۱-۲-۲- مخلوط‌کن‌های فاز
۹۵	۲-۷-۱۱- انواع سینی‌ها	جامد ۷۱
۹۹	۳-۷-۱۱- برج‌های آکنده	۱-۳-۱- اصول کار دستگاه‌های کاهش
۱۰۲	۴-۷-۱۱- انواع آکنه‌ها	اندازه ۷۵
۱۰۴	۸-۱۱- برج‌های استخراج	۱-۴-۱- دستگاه‌های کاهش اندازه مواد ۷۶
۱۰۴	۱-۸-۱۱- برج‌های پاششی	۱-۴-۱- خردکن‌ها ۷۶
۱۰۵	۲-۸-۱۱- برج‌های سینی‌دار	۱-۲-۴- آسیاب‌ها ۷۸
۱۰۶	۳-۸-۱۱- برج‌های آکنده	۱-۳-۴- دستگاه‌های بُرنده ۸۱
	۴-۸-۱۱- استخراج کننده با	۱-۵- عملکرد دستگاه‌های کاهش
۱۰۷	همزن مکانیکی	اندازه ۸۱
۱۰۹	خودآزمایی	خودآزمایی ۸۲
۱۱۱	منابع و مراجع	فصل یازدهم - برج‌های تقطیر و استخراج ۸۳

مقدمه

بنابر ضرورت و اهمیت رشته‌ی صنایع شیمیایی در کشور و با توجه به حجم ذخایر و میادین نفت و گاز و سایر مواد معدنی که پایه‌گذار تدوین رشته‌های ذیربط بوده‌اند، همواره توجه صاحب‌نظران و متخصصین را به خود مشغول و معطوف داشته است. در همین راستا جهت پرورش افراد متخصص و ماهر در زمینه‌های مختلف صنایع شیمیایی هنرستان‌های این رشته تأسیس شده است تا نیروهای کارآمد را برای راهبری تأسیسات تربیت نماید. کتاب حاضر که جهت درس عملیات صنایع شیمیایی تألیف گردیده است شامل فصول متنوع و مورد نیاز هنرجویان رشته‌ی مذکور می‌باشد. در فصل‌های اول تا پنجم سیستم‌های اندازه‌گیری و تبدیل واحدها، فصول مربوط به دما، فشار، جریان سیالات، ترازوها و چگالی سنج‌ها مطرح و بر اساس نیازهای موجود تألیف گردیده است. فصل ششم پمپ‌ها و کاربرد آن در صنایع شیمیایی، فصل هفتم مبدل‌های حرارتی و فصل هشتم کنترل فرآیندهای شیمیایی را دربر می‌گیرد. در فصل نهم راکتورهای شیمیایی و انواع آنها شرح داده شده است. فصل دهم به بررسی مخلوط‌کن‌ها و خردکن‌ها می‌پردازد و فصل یازدهم عملیات استخراج و تقطیر و ستون‌های مربوطه را شرح می‌دهد.

فصل یازدهم بازنویسی کتاب مبانی صنایع شیمیایی و مبحث مربوط به کوره‌ها و برج‌های خنک‌کن نیز از فصل هفتم کتاب مبانی صنایع شیمیایی اقتباس شده است. قابل ذکر این که فصول ۱ تا ۸ توسط آقای سیدپندار توفیقی و فصول ۹ تا ۱۱ توسط آقای ساسان صدرایی نوری تألیف گردیده است.

برای جلب توجه بیشتر هنرجویان، فرمول‌ها و مثال‌ها در زمینه بارنگ صورتی ارائه شده‌اند.

هدف کلی

پس از پایان این درس از فراگیر انتظار می‌رود که اطلاعات لازم و اولیه را در مورد دستگاه‌های صنایع شیمیایی و عملیات مربوط به آن را کسب کرده باشد و توانایی لازم جهت انجام محاسبات مربوط به عملیات صنایع شیمیایی را به دست آورده باشد.