

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

انتقال جرم و عملیات واحد صنعتی

(خلاصه درس، پرسشهای چهارگزینه‌ای با پاسخنامه تشریحی)

ویژه آزمون‌های کارشناسی به کارشناسی ارشد

مؤلف

مهندس سعید عباسی

RWTV



دارنده گواهینامه ISO 9001/2000

در زمینه نشر کتاب و طراحی جلد



هر گونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی
ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق
مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

انتقال جرم و عملیات واحد صنعتی

ویژه آزمون های کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

مؤلف : مهندس سعید عباسی

ناشر : مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی : مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد : مجتمع فنی تهران

چاپ : کیا

نوبت چاپ : اول

تاریخ نشر : شهریور ماه ۱۳۸۴

تیراژ : ۲۰۰۰ نسخه

قیمت : ۳۷۵۰۰ ریال

شابک : ۹۶۴-۳۵۴-۴۷۷-X

ISBN : 964-354-477-X

عباسی، سعید

انتقال جرم و عملیات واحد صنعتی: ویژه آزمون های کارشناسی ارشد

مهندسی شیمی / مؤلف سعید عباسی--تهران: مؤسسه فرهنگی هنری

دیباگران تهران، ۱۳۸۴.

[۳۲۸] ص: مصور، جدول، نمودار.

ISBN 964-354-477-X

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

کتابنامه: ص [۳۲۸].

۱. جرم (فیزیک)--انتقال--راهنمای آموزشی (عالی). ۲. جرم (فیزیک)--

انتقال--آزمونها و تمرینها (عالی). ۳. آزمون دوره های تحصیلات تکمیلی.

الف. عنوان.

۶۶۰/۳۸۴۲۳۰۷۶

ع۲/ج۴/TP۱۵۶

م ۸۴-۹۹۳۰

کتابخانه ملی ایران

آدرس: سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه روی خ علامه، ساختمان شماره ۹۷

صندوق پستی: ۱۴۳۳۵ / ۹۴۳

تلفن: ۷-۲۲۰۹۸۴۴۶

فهرست مطالب

مقدمه ناشر	۱۰
مقدمه مؤلف	۱۱

بخش اول : انتقال جرم

فصل اول: عملیات انتقال جرم

۱-۱ تعریف انتقال جرم	۱۵
۱-۲ روش‌های جداسازی	۱۵
۱-۳ روش‌های مکانیکی	۱۵
۱-۴ دسته بندی روش‌های انتقال جرم	۱۶
۱-۵ انواع فرآیندها	۱۹
۱-۶ فاکتورهای طراحی	۲۰
۱-۷ پرسش‌های چهارگزینه‌ای	۲۱
۱-۸ پاسخنامه تشریحی	۲۳

فصل دوم: نفوذ مولکولی در سیالات

۲-۱ نفوذ مولکولی	۲۵
۲-۲ تعاریف	۲۶
۲-۳ رابطه بین λ و غلظت (قانون اول فیک)	۲۷
۲-۴ معادله پیوستگی و قانون دوم فیک	۲۸
۲-۵ خلاصه نکات مربوط به ضریب نفوذ (D)	۲۸
۲-۶ نفوذ مولکولی در حالت پایا در سیالات در حال سکون و در جریان آرام و در یک جهت	۲۹
۲-۷ معادلات نفوذ یک بعدی پایدار و بدون واکنش شیمیایی در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی	۳۲
۲-۸ پرسش‌های چهارگزینه‌ای	۳۴
۲-۹ پاسخنامه تشریحی	۴۵

فصل سوم: ضرایب انتقال جرم

۳-۱	تنوری‌های انتقال جرم	۵۲
۳-۲	شباهت‌های انتقال جرم و حرارت	۵۵
۳-۳	نکات مربوط به اعداد بدون بعد و معادلات موجود	۵۶
۳-۴	پرسش‌های چهارگزینه‌ای	۵۹
۳-۵	پاسخنامه تشریحی	۶۷

فصل چهارم: انتقال جرم بین فازها

۴-۱	تعادل	۷۱
۴-۲	ضرایب کلی انتقال جرم	۷۲
۴-۳	فرآیند پایا با جریان‌های همسو	۷۵
۴-۴	فرآیند پایا با جریان‌های متقابل	۷۷
۴-۵	فرآیند مداوم با جریان‌های همسو	۷۸
۴-۶	مجموعه‌ای با جریان‌های متقابل	۸۰
۴-۷	پرسش‌های چهارگزینه‌ای	۸۱
۴-۸	پاسخنامه تشریحی	۹۴

فصل پنجم: دستگاه‌های مربوط به عملیات تماسی گاز - مایع

۵-۱	مخزن با مولد حباب	۹۹
۵-۲	مخازن همزن دار	۱۰۲
۵-۳	پدیده گرداب	۱۰۲
۵-۴	تشابه هندسی مخازن	۱۰۳
۵-۵	تشابه دینامیکی مخازن	۱۰۳
۵-۶	تعریف پارامترهای بدون بعد در مخازن همزن دار	۱۰۳
۵-۷	عملیات جذب چند مرحله‌ای	۱۰۵
۵-۸	اثر ماندگی و پدیده طغیان	۱۰۶
۵-۹	Weeping پدیده	۱۰۶
۵-۱۰	Dumping پدیده	۱۰۶
۵-۱۱	Coning پدیده	۱۰۶
۵-۱۲	نکاتی درباره ساختار و ویژگی‌های سینی	۱۰۶

۱۰۷.....	۵-۱۳ انواع حرکت مایع
۱۰۸.....	۵-۱۴ انواع سینی
۱۰۹.....	۵-۱۵ افت فشار در سینی
۱۰۹.....	۵-۱۶ راندمان سینی
۱۱۱.....	۵-۱۷ دستگاه‌هایی که در آن‌ها فاز مایع پراکنده می‌شود
۱۱۴.....	۵-۱۸ تجمع مایع درون بستر (Liquid Hold up)
۱۱۵.....	۵-۱۹ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۱۲۴.....	۵-۲۰ پاسخنامه تشریحی

فصل ششم: جذب گاز

۱۲۷.....	۶-۱ تأثیر دما و فشار بر عمل جذب و دفع گاز
۱۲۸.....	۶-۲ مشخصه محلول‌های کامل
۱۲۸.....	۶-۳ خواص مهم حلال
۱۲۹.....	۶-۴ ترسیم منحنی (خط) عامل در عملیات جذب و غیر همسو
۱۳۰.....	۶-۵ موارد استفاده از جریان‌های همسو در عملیات جذب (دفع)
۱۳۱.....	۶-۶ ضریب جذب A
۱۳۱.....	۶-۷ عملیات آدیاباتیک (غیر هم دما) در جذب
۱۳۲.....	۶-۸ دستگاه‌های تماس مداوم
۱۳۲.....	۶-۹ ارتفاع معادل یک واحد تعادلی (HETP)
۱۳۵.....	۶-۱۰ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۱۴۰.....	۶-۱۱ پاسخنامه تشریحی

فصل هفتم: عملیات مرطوب سازی

۱۴۳.....	۷-۱ تعریف مفاهیم اولیه
۱۴۶.....	۷-۲ منحنی رطوبت سنجی
۱۴۷.....	۷-۳ منحنی اشباع آدیاباتیک
۱۴۸.....	۷-۴ درجه حرارت حباب مرطوب یا T_{wb} (Wet bulb Temperature)
۱۴۹.....	۷-۵ رابطه لوییپس
۱۵۰.....	۷-۶ عملیات تماس بین گاز و مایع
۱۵۰.....	۷-۷ دستگاه‌ها

۱۵۱	۷-۸ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۱۵۵	۷-۹ پاسخنامه تشریحی

فصل هشتم: تقطیر

۱۵۷	۸-۱ فراریت نسبی (α)
۱۵۸	۸-۲ فرایند تک مرحله‌ای تبخیر آنی (Flash)
۱۵۹	۸-۳ تقطیر ناگهانی چند جزئی محلول‌های کامل
۱۵۹	۸-۴ میعان ناگهانی
۱۶۰	۸-۵ تقطیر دیفرانسیلی (ساده)
۱۶۱	۸-۶ تقطیر مداوم (پیوسته) سیستم‌های دو جزئی
۱۷۳	۸-۷ روش مک کیب و تیل (McCabe & Thiele)
۱۸۱	۸-۸ تقطیر هم جوش
۱۸۱	۸-۹ تقطیر استخراجی
۱۸۱	۸-۱۰ تقطیر هم جوش مولکولی
۱۸۳	۸-۱۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۰۱	۸-۱۲ پاسخنامه تشریحی

بخش دوم: عملیات واحد صنعتی

فصل نهم: عملیات استخراج

۲۱۳	۹-۱ موارد استفاده از عمل استخراج
۲۱۴	۹-۲ علایم مورد استفاده در استخراج مایع
۲۱۴	۹-۳ سیستم‌های سه‌گانه مایع با حلالیت جزئی یک زوج
۲۱۵	۹-۴ سیستم‌های سه‌گانه با حلالیت جزئی دو زوج
۲۱۶	۹-۵ سیستم‌های دو گانه مایع با حلالیت جزئی و یک جامد
۲۱۷	۹-۶ مختصات مثلث قائم‌الزاویه
۲۱۷	۹-۷ ویژگی‌های انتخاب حلال
۲۱۹	۹-۸ محاسبات استخراج در سیستم‌هایی با استخراج پذیری نسبی
۲۲۳	۹-۹ بازده مرحله
۲۲۳	۹-۱۰ دستگاه‌های استخراج

۲۲۶	۹-۱۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۳۷	۹-۱۲ پاسخنامه تشریحی

فصل دهم: تبخیر کننده‌ها

۲۳۹	۱۰-۱ بررسی جریان‌های موجود در تبخیر کننده‌ها
۲۴۰	۱۰-۲ فاکتورهای مهم در واحدهای تبخیر کننده و بررسی عملکرد تبخیر کننده‌ها
۲۴۲	۱۰-۳ ظرفیت و اقتصاد تبخیر کننده (Economy)
۲۴۲	۱۰-۴ نحوه خوراک دهی به واحدهای تبخیر کننده چند مرحله‌ای
۲۴۴	۱۰-۵ اثر پارامترهای دما و فشار بر تبخیر کننده‌ها
۲۴۴	۱۰-۶ صعود نقطه جوش در اثر ناخالصی (BPE)
۲۴۵	۱۰-۷ تبخیر کننده‌ها با تراکم مجدد بخار (Vapor Recompression Evaporators)
۲۴۶	۱۰-۸ محاسبات تبخیر کننده‌ها (Methods of Operation of Evaporation)
۲۴۹	۱۰-۹ کندانس کردن بخار خروجی از تبخیر کننده
۲۴۹	۱۰-۱۰ انواع تبخیر کننده‌ها
۲۵۱	۱۰-۱۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۵۵	۱۰-۱۲ پاسخنامه تشریحی

فصل یازدهم: عملیات خشک کردن (Drying)

۲۵۷	۱۱-۱ تقسیم بندی عملیات خشک کردن با مکانیسم حرارتی
۲۵۸	۱۱-۲ تقسیم بندی خشک کن از نظر پیوسته و ناپیوسته بودن
۲۵۸	۱۱-۳ انواع خشک کن
۲۵۹	۱۱-۴ تعریف مفاهیم اولیه
۲۶۰	۱۱-۵ Rate منحنی خشک شدن بر حسب زمان
۲۶۰	۱۱-۶ تغییر شدت خشک شدن
۲۶۳	۱۱-۷ محاسبه زمان خشک شدن
۲۶۶	۱۱-۸ موازنه انرژی و جرم در خشک کن‌ها
۲۶۸	۱۱-۹ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۷۳	۱۱-۱۰ پاسخنامه تشریحی

فصل دوازدهم: عملیات جذب سطحی (Adsorption Process)

۲۷۵	۱۲-۱ انواع فرآیندهای جذب سطحی
۲۷۵	۱۲-۲ اثر فشار و دما بر جذب سطحی
۲۷۷	۱۲-۳ تعریف جذب نسبی (γ)
۲۷۷	۱۲-۴ جذب مایعات (محلول ها)
۲۷۸	۱۲-۵ معادله فرندلیچ (Frundlich Equ)
۲۷۹	۱۲-۶ فرآیند جذب سطحی تک مرحله‌ای
۲۸۰	۱۲-۷ فرآیند جذب چند مرحله‌ای با جریان متقابل
۲۸۱	۱۲-۸ فرآیند جذب سطحی چند مرحله‌ای با جریان متقابل
۲۸۲	۱۲-۹ مخازن همزن‌دار در تماس مایع - جامد
۲۸۳	۱۲-۱۰ جذب کننده‌های ناپایدار با بستر ثابت
۲۸۳	۱۲-۱۱ بسترهای سیال شده و بالا و پایین رونده (Teeter)
۲۸۴	۱۲-۱۲ جاذب‌های پایدار با بستر متحرک
۲۸۵	۱۲-۱۳ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۸۸	۱۲-۱۴ پاسخنامه تشریحی

فصل سیزدهم: عملیات استخراج از جامدات (Leaching)

۲۸۹	۱۳-۱ درجه حرارت استخراج از جامد
۲۸۹	۱۳-۲ روش‌های عمل
۲۹۱	۱۳-۳ ارتفاع زهکشی
۲۹۱	۱۳-۴ بازده مرحله‌ای
۲۹۲	۱۳-۵ محاسبات در حالت تعادل
۲۹۴	۱۳-۶ پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۲۹۶	۱۳-۷ پاسخنامه تشریحی

فصل چهاردهم: کریستالیزاسیون

۲۹۷	۱۴-۱ فوق سیر شدگی (فوق اشباع)
۲۹۸	۱۴-۲ روش‌های ایجاد فوق سیر شدگی
۲۹۹	۱۴-۳ هسته زایی

- ۱۴-۴ رشد بلور ۳۰۰
- ۱۴-۵ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۳۰۱
- ۱۴-۶ پاسخنامه تشریحی ۳۰۲

فصل پانزدهم: عملیات فیلتراسیون

- ۱۵-۱ انواع ذرات موجود در سیال (گاز - مایع) ۳۰۳
- ۱۵-۲ شرحی بر اجزای فیلتر ۳۰۳
- ۱۵-۳ ویژگی‌های صافی فیلتر (Filter Medium) ۳۰۴
- ۱۵-۴ کمک فیلترها (Filter Aid) ۳۰۴
- ۱۵-۵ انواع فرآیند فیلتراسیون ۳۰۵
- ۱۵-۶ محاسبه زمان مربوط به سیکل فیلتراسیون (t_c) ۳۰۸
- ۱۵-۷ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۳۱۰
- ۱۵-۸ پاسخنامه تشریحی ۳۱۱

فهرست منابع ۳۱۲

مقدمه ناشر

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و کشاورزی و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی و چشمگیر در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس سعید عباسی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستاری: خانم فریبا امین کاظمی

ویرایش کامپیوتری و صفحه‌آرایی: خانمها مریم فرجیان و ملک احمدسلطانی

طراحی روی جلد: خانم محبوبه توکلی

تهیه تصاویر: خانم پونه غفوریان

امور چاپ و نشر: آقای حیدر شفیعی

ناظر چاپ: آقای کریم براغ

در خاتمه از همه خوانندگان عزیز و دانش پژوهان گرامی خواهشمندیم ما را با ارایه پیشنهادهای و انتقادهای خود در بهبود کمی و کیفی کارهای انجام شده راهنمایی نمایند تا بتوانیم در آینده کتاب‌هایی با کیفیت بهتر تقدیم حضورشان کنیم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

مقدمه مؤلف

به نام ایزد منان

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

کتاب حاضر مجموعه‌ای است از مطالب درسی انتقال جرم و عملیات واحد صنعتی که با توجه به نیاز روزافزون دانش پژوهان عزیز برای ادامه تحصیل از مقطع کارشناسی به کارشناسی ارشد در گرایش‌های مهندسی شیمی، بیوتکنولوژی و مهندسی هسته‌ای تهیه شده و در پایان هر فصل پرسش‌های چهارگزینه‌ای مطرح شده است که مربوط به آزمون‌های کارشناسی ارشد آموزش عالی در گرایش‌های ذکر شده می‌باشد و در پایان پرسش‌های چهارگزینه‌ای، پاسخنامه تشریحی سؤالات آمده است. در این جا باید از همکاری و مساعدت دوستان عزیزم آقایان کامیل جلالی، حامد کلانتری و مصطفی جابری تشکر و قدردانی نمایم.

مسلماً این مجموعه مانند هر اثر دیگر خالی از ایراد نیست، بنابراین از اساتید و دانشجویان عزیز خواهشمندم در رفع اشکالات آن، اینجانب را یاری نمایند تا در چاپ‌های بعدی نسبت به رفع آن‌ها اقدام شود.

با آرزوی موفقیت و بهروزی برای شما عزیزان

سعید عباسی