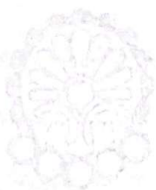


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿﴾

عملیات انتقال

در مهندسی شیمی



R. A. GREENKORN
D. P. KESSLER

تالیف :

دکتر طاهره کاغذچی

ترجمه :

گرین کورن، رابرت آلبرت، ۱۹۲۸ -

Green korn Rabert Albert

عملیات انتقال در مهندسی شیمی / تألیف ار. آ. گرین کورن، دی. پی. کسلر؛ ترجمه طاهره کاغذچی. - تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر، ۱۳۷۸.

هشت، ۶۱۶، ۷۱ ص: مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 964-463-059-9

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

Transfer operations.

عنوان اصلی:

چاپ قبلی: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۶۸.

کتابنامه به صورت زیر نویس.

چاپ دوم.

۱. نظریه انتقال. ۲. شیمی مهندسی. الف. کسلر. D. P. Kessler. ب.

کاغذچی، طاهره، ۱۳۲۵ - مترجم. ج. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران). مرکز نشر. د. عنوان.

۶۶۰/۲۸۴۲

TP ۱۵۶/الف ۸ گ ۴

۱۳۷۸

۷۸-۲۲۹۸۲

کتابخانه ملی ایران



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب : عملیات انتقال در مهندسی شیمی

مؤلف : ار. ای. گرین کورن - دی. پی. کسلر

مترجم : دکتر طاهره کاغذچی

ناشر : مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

لیتوگرافی، چاپ و صحافی : مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

چاپ دوم : زمستان ۱۳۷۸

تیراژ : ۱۵۰۰ نسخه

قیمت : ۲۲۰۰ تومان

تلفن مرکز پخش: ۶۴۹۸۸۶۸

ISBN: 964-463-059-9

۹۶۴-۴۶۳-۰۵۹-۹

شابک

آدرس: خیابان ولی عصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

بنام خدا

پیشگفتار مترجم

کتابی که از نظر گرامی خوانندگان عزیز می گذرد، ترجمه کامل کتاب عملیات انتقال، تألیف R.A. GREENKORN و D.P. KESSLER از استادان دانشگاه Purdue آمریکا است. این کتاب مشتمل بر سیزده فصل بوده و کتاب جامعی در زمینه عملیات انتقال در مهندسی شیمی (مومنتم، حرارت و جرم) میباشد. کتاب حاضر می تواند در دروس مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم مورد استفاده اساتید محترم و دانشجویان عزیز قرار گیرد. توضیح در باره نحوه و ترتیب ارائه مطالب کتاب در پیشگفتار مولفین داده شده است.

در ترجمه کتاب سعی بر این بوده تا نوشته ها و نظریات مولفین دقیقاً "به فارسی برگردانده شود و بدیهی است که کتاب خالی از غلط و اشتباه نخواهد بود. امید است این خدمت کوچک مورد قبول دانشگاهیان و دانشجویان عزیز قرار گرفته و با نظر لطف خود اشتباهات و خطاهای احتمالی را تصحیح فرمایند.

لازم است که از آقای دکتر پرویز نورپناه معاونت محترم آموزشی دانشگاه صنعتی امیرکبیر که امکانات چاپ کتاب را در انتشارات دانشگاه امیر کبیر فراهم آوردند، صمیمانه سپاسگزاری نمایم. همچنین از مسئولین چاپخانه دانشگاه قدردانی میشود.

در خاتمه لازم می دانم تا از خانمعالیه فرازی که ایام تعطیل تابستان سال ۶۷ خود را با حوصله و خوشروئی صرف تایپ کتاب نمودند و نیز خانم ژاله قاسم زاده که با جدیت، پشتکار و حوصله فراوان قسمت عمده آرائی کتاب را انجام دادند تشکر و سپاسگزاری نمایم.

طاهره کاغذچی

پیشگفتار مولفین

کتاب حاضر، کتابی درسی محسوب میشود و نه مرجع. هدف نویسندگان آن شناخت چگونگی انتقال مومنتم، حرارت و جرم از دیدگاه ماکروسکوپی است. مطالعه کتاب در وهله اول به دانشجوی آگاهی اساسی در زمینه مکانیزم های انتقال مومنتم، حرارت و جرم داده، سپس او را با معادلات طراحی در زمینه های انتقال مومنتم، حرارت و جرم آشنا می سازد. درسی که در بخش مهندسی دانشگاه Purdue با استفاده از این کتاب ارائه میشود، اولین درس از دروس سه گانه در زمینه، پدیده های انتقال است، دومین درس پدیده های انتقال از دیدگاه میکرو-سکوپی و سومین درس از این دسته، آزمایشگاه مربوطه است که در آن اندازه گیری ضرائب انتقال آموزش داده میشود. چنین ترتیبی در ارائه دروس، با توجه به تجربه مولفین مفید تشخیص داده شده است.

با وجودیکه مطالب این کتاب یکی از دروس زنجیره ای راتشکیل میدهد، مطالعه آن بمنتهائی فرد را قادر خواهد ساخت تا تکنیک های ارائه شده را در عمل بکار گیرد. انتخاب این درس برای دانشجویان رشته مهندسی شیمی، مهندسی صنایع، مهندسی مواد و مهندسی متالورژی ضروری است. البته فقط دانشجویان رشته مهندسی شیمی کلیه دروس سه گانه یاد شده را اختیار میکنند، دانشجویان سایر دانشکده ها مانند مهندسی کشتا ورزی، مهندسی هسته ای، مهندسی مکانیک، علوم غذایی و اقتصاد که مایل به انتخاب یک درس کاربردی در زمینه انتقال، مومنتم، حرارت و جرم باشند میتوانند از این درس بهره فراوانی برند.

در این کتاب تعداد بسیاری مثال با در نظر گرفتن جزئیات آنها حل شده بعضی از مثالها البته جنبه ایده آل و فرضی دارند، اما سعی شده که حتی الامکان مثالهای علمی در کتاب گنجانده شود. همانطور که در جدول ۱-۲ دیده میشود، نحوه ارائه مطالب کتاب بشکل ماتریس است. هریک از سطرها ویاستونهای این ماتریس به تنهائی جامعیت دارند. بعبارت دیگر مطالب هریک از ستونها و یا سطرها خود موضوع جداگانه ای راتشکیل میدهند.

در دانشگاه Purdue، ستونها به دنبال هم تدریس میشود. مطالب هر ستون در ربع یک ترم سه ماهه تدریس میشود. فصول مربوط به موارد کاربرد (فصول ۴، ۷، ۱۰ و ۱۳) بطور کامل تدریس نمیگردد زیرا که حاوی اصول نبوده و توسط مدرس مربوطه مثالهای جهت درک بیشتر دانشجوی مطرح میشود. این چهار فصل چگونگی کاربرد موازنه های کلی، ضرائب انتقال اندازه گیری شده و با لاخره معادلات طراحی در سیستم های حقیقی را ارائه میکنند و نیز این محاسبات

درسیستم های واقعی منعکس میشود. (دانشجویان رشته های صنایع، مواد و متالورژی در دانشگاه Purdue میتوانند پس از حذف بخش چهارم در زمینه انتقال جرم این درس را در یک ترم چهار ماهه بگذرانند).

به عقیده مولفین مطالب این کتاب فقط یک بخش از مواد لازم جهت تدریس به دانشجویان راتشکیل میدهد و بخش دیگر روش تدریس مدرس میباشد. راه حل های ارائه شده در کتاب، روش های معمول و متداول و در نتیجه محدود است، مدرس میتواند به دلخواه خود برای نتیجه گیری بهتر از مثال های دیگری استفاده کند. ابزار کار و وسائل بحث شده البته جزء یک قسمت اساسی درس است، اما سعی بیشتر بر این بوده که اصول عملیات انتقال مورد بررسی قرار گیرد. مدرس میتواند درباره این مباحث توضیح بیشتر یا کمتری بدهد.

از پروفیسور Jack Myers و پروفیسور Alexander Sesonske که با راهنمایی و کمک آنها مولفین این کتاب توانستند باز مینه های عمومی تدریس در این رشته از دروه کارشناسی آشنائی حاصل کنند همچنین در تهیه مثال ها و یادداشت ها از کمک های ارزنده پروفیسورها Ron Barile و Neal Houze و Theo Theofanous از بخش مهندسی شیمی دانشگاه Purdue و نیز Larry Hochreiter دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای و همچنین دکتر Tom Sifferman دانشجوی اسبق رشته مکانیک این دانشگاه بهره گیری شده است. لازم است از خانمها Susie O'Dore و Linda Rhodes که در تایپ های اولیه و مجدد دست نویسه های کتاب زحمت فراوانی کشیده اند تشکر گردد. علاوه از بخش مهندسی شیمی دانشگاه California, Berkeley برای آنکه اجازه دادند تایکی از مولفین کتاب در موقع بسیار حساسی از یادداشت های خود که جهت تهیه کتاب فراهم نموده بود درسی را ارائه نماید، قدردانی میشود. همکاری شرکت نفتی Pan American نیز بسیار ارزنده بود. این شرکت نمودار مربوط به تهیه بنزین طبیعی را ارائه نموده و مثال های کاربردی فصول ۷، ۱۰ و ۱۳ را مرور و بررسی نموده است.

R. A. GREENKORN

D. P. KESSLER

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - مقدمه
۲	۱-۱ جهان حقیقی و مدل‌های ریاضی
۵	۲-۱ ترتیب محتوای کتاب
۶	۳-۱ واحد تهیه بنزین طبیعی
۱۰	۴-۱ بررسی پدیده‌های ماکروسکوپی نسبت به جزئی
۱۱	۵-۱ مفهوم کلی میانگین
۱۳	۶-۱ جریان آرام نسبت به جریان درهم
۱۴	۷-۱ عدد رینولدز
۱۵	۸-۱ پروفیل سرعت
۱۵	۹-۱ انتقال ملکولی نسبت به جابجائی
۱۷	فصل دوم - موازنه ماکروسکوپی
۱۷	۱-۲ موازنه موجودی
۱۹	مثال ۱-۱-۲ موازنه موجودی
۲۰	۲-۲ موازنه ماکروسکوپی جرم
۲۷	مثال ۱-۲-۲ کاربرد ساده موازنه جرم
۳۰	مثال ۲-۲-۲ موازنه جرم همراه با واکنش شیمیائی
۳۲	۳-۲ موازنه جرم جزئی (دیفرانسیلی)
۳۵	۴-۲ موازنه ماکروسکوپی انرژی
۴۷	مثال ۱-۴-۲ موازنه انرژی
۴۹	مثال ۲-۴-۲ موازنه انرژی برای يك ديگ بخار
۵۰	مثال ۳-۴-۲ موازنه جرم برای يك سيستم در حال جریان
۵۱	مثال ۴-۴-۲ موازنه انرژی بر روی يك مخزن مجهزه به همزن
۵۶	مثال ۵-۴-۲ انرژی مکانیکی و پرفش بانیزه
۵۸	مثال ۶-۴-۲ محاسبه کار تلف شده
۶۰	۵-۲ موازنه دیفرانسیلی انرژی
۶۳	۶-۲ موازنه کلی مومنتم

۶۸	مثال ۱-۶-۲ - انتقال مومنتم به يك شيپوره
۷۱	مثال ۲-۶-۲ - موازنه مومنتم بر روی يك هواپيماي جت
۷۳	مثال ۳-۶-۲ - انتقال مومنتم به يك زانوئي
۷۶	مثال ۴-۶-۲ - انتقال مومنتم برای يك قايق موتوري
۷۸	۷-۲ موازنه ديفرانسيلى مومنتم
۸۱	ضميمه ۲۸ - تقريب حاصله در کاربرد سرعت متوسط
۸۴	ضميمه ۲۸ - معادله مومنتم برای محورهاى مختصات متحرك
۸۷	مسائل
۱۰۱	فصل سوم - تحليل ابعادى
۱۰۳	۱-۳ سيستم هاى اندازه گيرى
۱۰۵	۲-۳ قضيه بوكينگهام (Buckingham)
۱۰۶	مثال ۱-۲-۳ - يك سري كامل از متغيرهاى بدون بعد برای حرکت سيال درون خط لوله
۱۰۸	مثال ۲-۲-۳ - نيروى كشيى وارد بر كشتى
۱۱۰	مثال ۳-۲-۳ - حالتى كه درجه ماتريس متفاوت با تعداد ابعاد اصلى است
۱۱۱	۳-۳ تحليل سيستماتيك متغيرها
۱۱۳	مثال ۱-۳-۳ - ابرابرى نتيجه تحليل ابعادى برای حالات مختلف انتخاب ابعاد اصلى (حرکت سيال درون خط لوله)
۱۱۸	مثال ۲-۳-۳ - حالات تطابق گازها
۱۲۱	مثال ۳-۳-۳ - حرکت يك سيال از درون محيط متخلخل
۱۲۳	۴-۳ تحليل نظرى (Inspectional Analysis)
۱۲۳	مثال ۱-۴-۳ - حرکت سيال از درون يك خطو لوله
۱۲۴	مثال ۲-۴-۳ - انتقال حرارت از طريق هدايت
۱۲۵	مثال ۳-۴-۳ - انتقال جرم بطريقه نفوذى
۱۲۶	مثال ۴-۴-۳ - حرکت يك سيال از درون بستر متخلخل
۱۲۸	۵-۳ موارد کاربرد
۱۲۹	مثال ۱-۵-۳ - مطابقت ضريب اصطكاك
۱۳۲	مثال ۲-۵-۳ - ضرائب انتقال حرارت برای حرکت سيال درون خط لوله

- مثال ۳-۵-۳ ضرائب انتقال جرم جابجائی برای حرکت سیال
۱۳۳ درون خط لوله
- ۶-۳ تشابه مدلها و تغییر مقیاس
۱۳۶ مثال ۳-۶-۱ تغییر مقیاس نیروی کششی وارد بر بدنه در یک جسم
۱۳۹ غوطه ور در سیال
- مثال ۳-۶-۲ تغییر مقیاس دوسیال قابل امتزاج در یک بستر
۱۴۰ متخلخل
- ضمیمه ۲۸ - روش جبری محاسبه گروههای بدون بعد
۱۴۱ مثال ۳-۸-۱ روش جبری تحلیل ابعادی جریان سیال توام با
۱۴۴ انتقال حرارت در محیط متخلخل
- مثال ۳-۸-۲ نتیجه ضد و نقیض ظاهری حاصله در تحلیل ابعادی
۱۴۸ ناشی از انتخاب آحاد اصلی
- مسائل
۱۵۱
- مل چهارم - کاربرد موازنه های ماکروسکوپی در اندازه گیری جریان
۱۵۶
- ۱-۴ فشار سنج ها
۱۵۷
- مثال ۱-۴-۱ فشار سنج ساده
۱۵۹
- مثال ۱-۴-۲ فشار سنج دیفرانسیلی
۱۶۰
- ۲-۴ لوله پیتو
۱۶۱
- مثال ۱-۴-۲ محاسبه شدت جریان از تقاطع پیتو
۱۶۳
- ۳-۴ وانتوری
۱۶۷
- مثال ۱-۴-۳ محاسبه شدت جریان با استفاده از مقادیر بدست
۱۷۰ آمده از وانتوری
- ۴-۴ روزه سنج (Orifice Meter)
۱۷۱
- مثال ۱-۴-۴ محاسبه سرعت جریان با استفاده از مقادیر بدست
۱۷۴ آمده از روزه سنج
- ۵-۴ روتامتر
۱۷۶
- مثال ۱-۵-۴ محاسبه شدت جریان با استفاده از مقادیر بدست
۱۷۸ آمده از روتامتر
- مثال ۲-۵-۴ تغییر سیال با روتامتر موجود
۱۷۹

چهار

۱۸۱	ضمیمه ۴۸
۱۸۷	مسائل
۱۹۴	فصل پنجم - انتقال مومنتم در حرکت سیالات
۱۹۴	۱-۵ سیالات نیوتنی
۱۹۷	مثال ۱-۵-۱- محاسبه تنش برشی
۲۰۰	۲-۵ سیالات پیچیده
۲۰۴	۳-۵ جریان آرام
۲۰۸	۴-۵ حرکت سیالهای ایده آل
۲۱۱	مثال ۱-۴-۵- حرکت يك سیال ایده آل در اطراف يك استوانه
۲۱۵	مثال ۲-۴-۵- حرکت يك سیال ایده آل در يك گوشه
۲۱۶	۵-۵ جریان درهم
۲۱۹	مثال ۱-۵-۵- سرعت متوسط برای جریان درهم
۲۲۴	مثال ۲-۵-۵- تعیین اندازه لایه های مرزی و میانی (محافظ)
	در جریان درهم سیالات
۲۲۶	۶-۵ لایه مرزی
۲۳۲	مسائل
۲۳۷	فصل ششم - ضرائب انتقال مومنتم
۲۳۷	۱-۶ ضرائب کششی
۲۴۵	مثال ۱-۱-۶- نیروی کششی وارد بريك استوانه
۲۴۶	مثال ۲-۱-۶- نیروی کششی وارد بريك جسم غوطه ور
۲۴۷	۲-۶ ضرائب اصطكاك
۲۶۴	مثال ۱-۲-۶- محاسبه افت های مربوط به انبساط
۲۶۶	مثال ۲-۲-۶- افت مربوط به اصطكاك در سیستم خط لوله
۲۶۸	مثال ۳-۲-۶- محاسبات افت فشار
۲۷۲	مثال ۴-۲-۶- محاسبه شدت جریان با استفاده از افت فشار
۲۷۵	مثال ۵-۲-۶- حرکت سيال درون يك سیستم خطوط لوله موازی
۲۷۷	مثال ۶-۲-۶- ورود جریان سيال اضافی به يك شبکه خط لوله
۲۸۱	مثال ۷-۲-۶- تعیین نحوه جریان با استفاده از نمودار Baker برای جریان دوفازه

مثال ۸-۲-۶- محاسبه افت فشار دوفازه بابکاربردن روش ۲۸۴

Lockhart-Martinelli

مثال ۹-۲-۶- محاسبه ضریب اصطکاک در مورد سیال غیر نیوتنی ۲۸۶

مجرای غیر استوانه‌ای ۳-۶ ۲۸۷

مثال ۱-۳-۶- افت فشار در یک فضای محصور بین دو استوانه ۲۸۹

(حلقه) (Annulus)

مثال ۲-۳-۶- خطای حاصل از بکاربردن شعاع هیدرولیکی در ۲۹۰

جریانهای آرام

حرکت سیال از درون محیط متخلخل ۴-۶ ۲۹۱

مثال ۱-۴-۶- افت فشار برای جریان هوا از درون محیط متخلخل ۲۹۷

مثال ۲-۴-۶- قابلیت عبور از بستر شنی ۲۹۸

مثال ۳-۴-۶- عملکرد یک صافی در تحت شدت ثابت و فشار ثابت ۳۰۰

مسائل ۳۰۳

فصل هفتم - موارد کاربرد انتقال مومنت ۳۱۱

۱-۷- طریقه تجربی اندازه‌گیری ضرائب اصطکاک ۳۱۱

۲-۷- نمونه موارد کاربردی ۳۳۱

مثال ۱-۲-۷- کار خالص یک خط لوله ۳۳۱

مثال ۲-۲-۷- خواص یک پمپ از نوع گریز از مرکز ۳۳۶

(Centrifugal Pump)

مثال ۳-۲-۷- افت فشار شیر دریچه‌ای (Gate) ۳۴۰

نسبت به شیر توپی (Globe Valve)

مثال ۴-۲-۷- بهینه‌یابی قطر خط لوله ۳۴۳

ضمیمه ۷۸ ۳۴۶

فصل هشتم - انتقال حرارت ۳۵۳

۱-۸- انتقال حرارت از طریق هدایت ۳۵۶

مثال ۱-۱-۸- هدایت حرارت از درون لایمها ۳۶۴

مثال ۲-۱-۸- هدایت از درون لوله‌های عایق‌بندی شده ۳۶۷

مثال ۳-۱-۸- هدایت حرارتی از درون لایه محافظ ۳۷۰

- مثال ۸-۱-۴. هدایت با ضریب هدایت حرارتی متغیر ۳۷۱
- ۲-۸ انتقال حرارت بطریقه جابجائی ۳۷۲
- ۳-۸ انتقال حرارت از طریق تشعشع ۳۷۶
- مثال ۸-۳-۱. انتقال حرارت از طریق تشعشع - جسم سیاه ۳۸۸
- مثال ۸-۳-۲. انتقال حرارت از طریق تشعشع - جسم خاکستری ۳۸۹
- ضمیمه ۸۸ - روش انتگرالسیون به منظور بدست آوردن ضریب رویت ۳۹۱
- مثال ۸-۱. محاسبه ضریب رویت برای صفحات با سطوح نامساوی ۳۹۶
- سیاه که مستقیماً " مقابل یکدیگر قرار گرفته‌اند

مسائل

- ۳۹۸
- فصل نهم - ضرائب انتقال حرارت ۴۰۵
- ۱-۹ ضرائب جزئی انتقال حرارت ۴۰۵
- ۲-۹ ضرائب کلی انتقال حرارت ۴۰۷
- مثال ۹-۲-۱. مقاومت انتقال حرارت در سری ها ۴۱۷
- مثال ۹-۲-۲. مقاومت کنترل کننده ۴۲۱
- مثال ۹-۲-۳. ضریب انتقال حرارت کلی دستگاههایی که در آنها (رسوب) ایجاد میشود ۴۲۳
- ۳-۹ همبسته‌هایی برای پیش بینی ضرائب انتقال حرارت ۴۲۷
- مثال ۹-۳-۱. مقایسه معادلات Dittus-Boelter, Colburn ، ۴۴۳
- Sieder-Tate
- مثال ۹-۳-۲. محاسبه ضریب متوسط انتقال حرارت با استفاده ۴۴۶
- از ضرائب محلی

- مثال ۹-۳-۳. انتقال حرارت در حالتی که جهت حرکت سیال عمود ۴۴۹
- بر خط لوله باشد
- ۴-۹ انتقال حرارت توأم با تغییر فاز ۴۵۳
- ضمیمه ۹۸ - تقریب حاصله در بکاربردن متوسط عددی بجای ۴۵۹
- متوسط لگاریتمی

مسائل

- ۴۶۰
- فصل دهم - موارد کاربرد انتقال حرارت ۴۶۸

- ۴۶۸ ۱-۱۰ تعیین ضرائب انتقال حرارت از طریق تجربی
- ۴۸۰ ۲-۱۰ نمونه موارد کاربردی
- ۴۸۵ مثال ۱-۲-۱۰ مبدل از نوع لوله دوجداره
- ۴۸۸ مثال ۲-۲-۱۰ دستگاه تبادل حرارتی از نوع پوسته و لوله
- ۴۹۱ مثال ۳-۲-۱۰ ملاحظات اقتصادی در طراحی مبدل‌های حرارتی
- ۴۹۳ مثال ۴-۲-۱۰ کندانسور از نوع پره‌ای (Pin-Fan)
- ۴۹۷ ضمیمه ۱۰۸
- ۵۰۵ فصل یازدهم - انتقال جرم
- ۵۰۶ ۱-۱۱ انتقال جرم از طریق نفوذ ملکولی
- ۵۱۰ مثال ۱-۱-۱۱ محاسبه سرعت متوسط وقتی که سرعت اجزاء
- ۵۱۱ برابر هستند
- ۵۱۱ مثال ۲-۱-۱۱ محاسبه سرعت متوسط در حالتی که اجزاء دارای سرعت‌های متفاوتی هستند
- ۵۱۴ مثال ۳-۱-۱۱ سرعت متوسط عددی
- ۵۲۵ مثال ۴-۱-۱۱ نفوذ ملکولی متقابل و مساوی
- ۵۲۷ مثال ۵-۱-۱۱ نفوذ بخار از درون یک لایه ساکن گاز
- ۵۲۸ ۲-۱۱ انتقال جرم از طریق جابجائی
- ۵۳۴ مثال ۱-۲-۱۱ مقایسه لایه مرزی مربوط به غلظت، دما و سرعت
- ۵۴۱ مسائل
- ۵۴۳ فصل دوازدهم - معادلات طراحی برای انتقال جرم
- ۵۴۳ ۱-۱۲ ضریب انتقال جرم برای یک فاز
- ۵۴۶ مثال ۱-۱-۱۲ محاسبه شار با استفاده از یک ضریب انتقال جرم
- ۵۴۷ مثال ۲-۱-۱۲ انتقال جرم با بکاربردن فشار جزئی بصورت نیروی محرکه
- ۵۴۸ مثال ۳-۱-۱۲ انتقال جرم با بکاربردن دانسیته بعنوان نیروی محرکه
- ۵۴۹ ۲-۱۲ ضرایب کلی انتقال جرم
- ۵۵۴ مثال ۱-۲-۱۲ محاسبه غلظت در فصل مشترك

۳-۱۲ رابطه بین ضرائب انتقال جرم فازها و ضرائب کلی انتقال جرم ۵۵۵

مثال ۱-۳-۱۲ ضریب کلی انتقال جرم برای يك سری از مقاومتها ۵۵۷

مثال ۲-۳-۱۲ مقاومت کنترل کننده در انتقال جرم ۵۵۷

۴-۱۲ تحلیل ابعاد در انتقال جرم ۵۵۸

مثال ۱-۴-۱۲ تحلیل ابعادی برای انتقال جرم جابجائی ۵۵۹

۵-۱۲ معادلات طراحی ۵۶۵

مثال ۱-۵-۱۲ ضریب انتقال جرم متوسط با استفاده از ضریب ۵۶۵

محلی

مثال ۲-۵-۱۲ محاسبه ضرائب انتقال جرم ۵۷۱

مثال ۳-۵-۱۲ حل شدن يك جسم کروی ۵۷۲

۶-۱۲ انتقال جرم توام با واکنش شیمیائی ۵۷۳

مثال ۱-۶-۱۲ اسیدی کردن يك چاه نفتی ۵۷۵

مسائل ۵۷۸

فصل سیزدهم - موارد کاربرد انتقال جرم ۵۷۹

۱-۱۳ اندازه گیری تجربی ضرائب انتقال جرم ۵۸۰

مثال ۱-۱-۱۳ اندازه گیری تجربی ضریب انتقال جرم فاز گاز در يك ۵۸۳

ستون دیواره مرطوب

۲-۱۳ نمونه موارد کاربردی ۵۸۵

مثال ۱-۲-۱۳ محاسبه غلظت فصل مشترك ۵۹۷

مثال ۲-۲-۱۳ تعیین تعداد واحدهای انتقال از طریق جبری با ۶۰۰

داشتن خط عامل و خط تعادل مستقیم

مثال ۳-۲-۱۳ اثر تغییر نسبت L/G بر روی غلظت جریان ۶۰۲

خروجی

مثال ۴-۲-۱۳ محاسبه ستون جذب ۶۰۴

مثال ۵-۲-۱۳ بررسی اقتصادی يك برج جذب ۶۰۹

مسائل ۶۱۴

فصل اول

مقدمه

هدف اصلی يك مهندس همیشه ایجاد تغییر در مسیر " دنیای حقیقی " است و بدین منظور برای تشخیص آنکه آیا تغییراتی ایجاد شده است یا خیر بایستی ابتدا دنیا را توصیف نمود .

در گذشته این توصیف را ممکن بود برحسب کمیت های ظاهری نظیر اندازه، شکل، تعداد و غیره انجام داد . مثلاً " طراح يك دژکوب (battering ram) میدانست که اگر وزن دژکوب را دو برابر نموده و نیروی انسانی لازم برای به حرکت درآوردن آنرا دو برابر سازد دروازه شهر زودتر تسلیم خواهد

اکنون با گذشت زمان این طرز تلفی ساده از امور دگرگون شده و منجر به پیدایش استدلالهای جالب تر ولی درعین حال مشکل تر از مسائل گردیده است (بررسی اثر تغییر ترکیب نسبی نفت خام بر چگونگی توزیع محصولات يك پالایشگاه مسلماً نمی تواند با افزایش نیروی انسانی مانند حالتی که در مورد دژکوب بیان شد، ارتباطی داشته باشد) .

طبیعت درعین ساده بودن در جزء خود، درکل بسیار پیچیده است . اصولاً شرایط و اوضاع سبب میگردد که بشر همیشه با مسئله انتخاب مواجه گردد، میتوان فرآیندهای طبیعت را با درنظر گرفتن تعداد بسیاری از متغیرها و یا روابط بیان نمود و یا میشود با مطالعه و خلاصه کردن روابط سهولت تعداد متغیرها و یا روابط را کاست و آسانتر به نتیجه رسید .

بعنوان مثال : در طرح خط لوله ای که بتواند شدت جریان مشخصی از گاز یا مایع را از خود عبور دهد، ممکن است تعیین مقدار افت فشار لازم برای شدت جریان مذکور مورد نظر باشد . يك طریقه حل این مسئله این است که (در آزمایشگاه) تعدادی خط لوله با قطر و طولهای مختلف اختیار نموده و افت فشارهای مختلفی را اعمال نموده و با بکار بردن سیالهای مختلف شدت جریانهای حاصله را بدست آورد . بدیهی است که در این صورت اطلاعات لازم بسیار زیاد بوده و نیز نگهداری آنها بسیار مشکل خواهد گردید .^۱

۱) اگر ۱۰۰ نوع سیال مختلف با ۱۰ اندازه قطر لوله و ۱۰ اختلاف فشار متفاوت بکاربریم حداقل ۱۰۰۰۰ آزمایش انجام داده ایم ولی بازهم از اثرات درجه حرارت و ناصافی لوله صرفنظر نموده ایم .