

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



رآكتورهای غشایی معدنی

اصول و کاربردها

تان ژیاوئیائو؛ کانگ لی

ترجمه:

دکتر ولی اله ماندنی پور دیل

عضو هیئت علمی مجتمع آموزش عالی گناباد

سرشناسه:	تان، ژیاوئیائو، ۱۹۶۶ م. -	Tan, Xiaoyao
عنوان و نام پدیدآور:	راکتورهای غشایی معدنی (اصول و کاربردها) / تان ژیاوئیائو، کانگ لی؛ ترجمه ولی‌اله ماندنی‌پور	
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۹.	
مشخصات ظاهری:	۲۴۸ ص. مصور، جدول، نمودار.	
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۴۹.	
شابک:		ISBN: 978-964-386-440-8
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبا.	
یادداشت:	عنوان اصلی: Inorganic membrane reactors: fundamentals and applications, 2015.	
یادداشت:	کتابنامه. نمایه.	
موضوع:	راکتورهای غشایی	Membrane reactors
موضوع:	لی، کانگ، ۱۹۶۰ م. -	Li, Kang, 1960.
شناسه افزوده:	ماندنی‌پور دیل، ولی‌اله، ۱۳۶۳ - مترجم.	
شناسه افزوده:	سلجوقی، احسان، ۱۳۶۱ - ویراستار.	
شناسه افزوده:	اسدیپور فعال مشهد، هانیه، ویراستار.	
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.	
رده‌بندی کنگره:	TP۲۴۸/۲۵	
رده‌بندی دیویی:	۶۶۰/۲۸۳۲	
شماره کتابشناسی ملی:	۶۱۰۶۲۳۲	

راکتورهای غشایی معدنی

اصول و کاربردها



۷۴۹

پدیدآورندگان: تان ژیاوئیائو؛ کانگ لی
ترجمه: دکتر ولی‌اله ماندنی‌پور دیل
ویراستار علمی: دکتر احسان سلجوقی
ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ اول، تابستان ۱۳۹۹
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۴۵۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،
شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست

پیشگفتار مترجم.....	۹
پیشگفتار نویسندگان.....	۱۱
فصل ۱. اصول رآکتورهای غشایی.....	
۱-۱ مقدمه.....	۱۳
۲-۱ غشا و جداسازی غشایی.....	۱۳
۱-۲-۱ ساختار غشا.....	۱۴
۲-۲-۱ جداسازی غشایی.....	۱۶
۳-۲-۱ عملکرد غشا.....	۱۸
۳-۱ غشاهای معدنی.....	۱۹
۱-۳-۱ انواع غشاهای معدنی.....	۱۹
۲-۳-۱ ساخت غشاهای معدنی.....	۲۲
۳-۳-۱ ویژگی‌های غشاهای معدنی.....	۲۴
۴-۳-۱ کاربرد غشاهای معدنی.....	۲۵
۴-۱ واکنش غشای معدنی.....	۲۶
۱-۴-۱ اصول اساسی رآکتورهای غشایی.....	۲۶
۳-۴-۱ پیکربندی رآکتور غشایی.....	۳۱
۴-۴-۱ طبقه‌بندی رآکتورهای غشایی.....	۳۵
منابع.....	۳۶
فصل ۲. رآکتورهای غشایی متخلخل.....	
۱-۲ مقدمه.....	۳۷
۲-۲ نفوذ گاز به درون غشاهای متخلخل.....	۳۸
۱-۲-۲ انواع غشاهای متخلخل.....	۳۸
۲-۲-۲ مکانیسم انتقال.....	۳۹
۳-۲-۲ سرعت جریان نفوذ گاز از میان غشا.....	۴۳

۴۷	۳-۲ تهیه غشاهای متخلخل
۴۸	۱-۳-۲ روش غوطه‌وری پوشش
۵۰	۲-۳-۲ روش سولژل
۵۱	۳-۳-۲ روش ترسیب بخار شیمیایی (CVD)
۵۳	۴-۳-۲ روش تبدیل فاز
۵۴	۵-۳-۲ روش‌های دیگر آماده‌سازی
۵۵	۴-۲ غشاهای متخلخل برای واکنش‌های شیمیایی
۵۵	۱-۴-۲ مواد غشایی
۵۷	۲-۴-۲ وظایف غشا
۵۸	۵-۲ کاتالیست‌ها در رآکتورهای غشایی متخلخل
۵۸	۱-۵-۲ کاتالیست در رآکتورهای غشایی
۵۹	۲-۵-۲ رسوب کاتالیست در غشای متخلخل
۶۱	۶-۲ عملیات رآکتورهای غشایی متخلخل
۶۱	۱-۶-۲ رآکتورهای غشایی بستر انباشته (PBMR)
۶۲	۲-۶-۲ رآکتورهای غشایی کاتالیستی
۶۳	۳-۶-۲ جفت شدن وظایف غشا
۶۵	۴-۶-۲ توزیع غیریکنواخت نفوذپذیری غشا
۶۶	۷-۲ کاربردهای رآکتورهای غشایی
۶۶	۱-۷-۲ واکنش‌های هیدروژن‌زدایی
۶۷	۲-۷-۲ واکنش‌های ریفرمینگ برای تولید هیدروژن
۶۹	۳-۷-۲ واکنش‌های اکسیداسیون جزئی
۷۲	۴-۷-۲ واکنش‌های چندفازی گاز-مایع-جامد
۷۲	۵-۷-۲ واکنش‌های دیگر
۷۳	۸-۲ چشم‌اندازها و چالش‌ها
۷۶	منابع

۷۹	فصل ۳. رآکتورهای غشایی ژئولیتی
۷۹	۱-۳ مقدمه
۸۰	۲-۳ نفوذ در غشاهای ژئولیتی
۸۰	۱-۲-۳ انواع غشاهای ژئولیتی
۸۰	۲-۲-۳ مکانیسم‌های انتقال
۸۱	۳-۲-۳ سرعت جریان نفوذ در غشاهای ژئولیتی
۸۳	۳-۳ تهیه غشاهای ژئولیتی

۸۴.....	۱-۳-۳ روش تبلور درجا.....
۸۴.....	۲-۳-۳ روش رشد ثانویه.....
۸۷.....	۳-۳-۳ روش انتقال فاز- بخار.....
۸۸.....	۴-۳-۳ روش سنتز ماکروویو.....
۸۹.....	۴-۳-۳ پیکربندی رآکتورهای غشایی زنولیتی.....
۸۹.....	۱-۴-۳ رآکتور غشایی بستر انباشته (PBMR).....
۹۰.....	۲-۴-۳ رآکتور غشایی کاتالیستی.....
۹۰.....	۳-۴-۳ رآکتور غشایی تراوش تبخیری.....
۹۱.....	۴-۴-۳ میکرو رآکتور غشایی.....
۹۲.....	۵-۳ کاربردهای رآکتورهای غشایی زنولیت.....
۹۲.....	۱-۵-۳ واکنش های هیدرژن زدایی.....
۹۳.....	۲-۵-۳ واکنش های آب زدایی.....
۹۴.....	۳-۵-۳ واکنش های اکسیداتیو.....
۹۵.....	۴-۵-۳ واکنش های ایزومریزاسیون.....
۹۵.....	۶-۳ چشم اندازها و چالش ها.....
۹۷.....	منابع.....

فصل ۴. رآکتورهای غشایی فلزی متراکم..... ۱۰۱

۱۰۱.....	۱-۴ مقدمه.....
۱۰۲.....	۲-۴ نفوذ گاز به درون غشاهای فلزی متراکم.....
۱۰۲.....	۱-۲-۴ انواع غشاهای فلزی متراکم.....
۱۰۳.....	۲-۲-۴ مکانیسم نفوذ هیدروژن در غشاهای پایه Pd.....
۱۰۸.....	۳-۲-۴ اثر بستر بر روی نفوذپذیری هیدروژن.....
۱۰۹.....	۳-۴ تهیه غشاهای فلزی متراکم.....
۱۰۹.....	۱-۳-۴ روش نورد سرد و انتشار جوش.....
۱۱۰.....	۲-۳-۴ روش آبکاری بدون الکترود.....
۱۱۲.....	۳-۳-۴ روش آبکاری الکتریکی.....
۱۱۳.....	۴-۳-۴ روش ترسیت بخار شیمیایی.....
۱۱۳.....	۵-۳-۴ روش اسپوترینگ مگنترون.....
۱۱۳.....	۶-۳-۴ خلاصه.....
۱۱۴.....	۴-۴ پیکربندی رآکتورهای غشایی فلزی.....
۱۱۴.....	۱-۴-۴ رآکتور غشایی بستر انباشته.....
۱۲۰.....	۲-۴-۴ میکرو رآکتورهای غشایی.....

۱۲۱	۵-۴ کاربردهای رآکتورهای غشایی فلزی متراکم
۱۲۱	۴-۵-۱ واکنش‌های هیدروژن‌زدایی
۱۲۱	۴-۵-۲ واکنش‌های ریفرمینگ برای تولید H_2
۱۲۶	۴-۵-۳ هیدروکسیل‌دار کردن مستقیم از ترکیبات آروماتیک
۱۲۷	۴-۵-۴ سنتز مستقیم هیدروژن پراکسید
۱۲۸	۴-۶ چالش‌ها و چشم‌اندازها
۱۳۰	منابع

فصل ۵. رآکتورهای غشایی نفوذ اکسیژن سرامیکی متراکم

۱۳۵	۵-۱ مقدمه
۱۳۷	۵-۲ نفوذ اکسیژن در غشاهای سرامیکی متراکم
۱۳۷	۵-۲-۱ مواد غشایی
۱۴۰	۵-۲-۲ سرعت جریان نفوذ اکسیژن در غشاهای MIEC
۱۴۴	۵-۳ تهیه غشاهای سرامیکی متراکم
۱۴۵	۵-۳-۱ پرس ایزواستاتیکی
۱۴۵	۵-۳-۲ اکستروژن
۱۴۶	۵-۳-۳ تبدیل فاز
۱۴۶	۵-۳-۴ پوشش ماده دوغابی
۱۴۷	۵-۳-۵ ریخته‌گری نواری
۱۴۷	۵-۴ رآکتورهای غشایی سرامیکی متراکم
۱۴۷	۵-۴-۱ اصول رآکتورهای غشایی سرامیکی متراکم
۱۴۸	۵-۴-۲ پیکربندی رآکتورهای غشایی سرامیکی متراکم
۱۵۰	۵-۵ کاربردهای رآکتورهای غشایی نفوذ اکسیژن سرامیکی متراکم
۱۵۱	۵-۵-۱ اکسیداسیون جزئی متان به گاز سنتز
۱۵۲	۵-۵-۲ جفت شدن اکسایشی متان
۱۵۷	۵-۵-۳ هیدروژن‌زدایی اکسایشی آلکان‌ها (اتان و پروپان)
۱۵۸	۵-۵-۴ تخریب CO_2 ، NO_x ، H_2O
۱۶۱	۵-۶ چشم‌اندازها و چالش‌ها
۱۶۵	منابع

فصل ۶. رآکتورهای غشایی سرامیکی رسانایی پروتون

۱۶۹	۶-۱ مقدمه
۱۶۹	۶-۲ نفوذ پروتون/هیدروژن در غشاهای سرامیکی رسانایی پروتون

۱۶۹	۱-۲-۶	سرامیک‌های رسانایی پروتون
۱۷۱	۲-۲-۶	نفوذ هیدروژن/پروتون در غشاهای رسانای مخلوط‌شده
۱۷۴	۳-۶	تهیه غشاهای سرامیکی رسانای پروتون
۱۷۵	۱-۳-۶	پوشش‌دهی سوسپانسیونی
۱۷۶	۴-۶	پیکربندی رآکتورهای غشایی رسانای پروتون
۱۷۹	۵-۶	کاربردهای رآکتورهای غشایی سرامیکی رسانای پروتون
۱۷۹	۱-۵-۶	هیدروژن‌زدایی جفت‌شدگی متان
۱۸۲	۲-۵-۶	هیدروژن‌زدایی از آلکان‌ها به آلکن
۱۸۲	۳-۵-۶	واکنش WGS و الکترولیز آب برای تولید هیدروژن
۱۸۴	۴-۵-۶	تجزیه NO _x
۱۸۵	۵-۵-۶	سنتر آمونیاک
۱۸۶	۶-۵-۶	چشم‌اندازها و چالش‌ها
۱۸۸		منابع

فصل ۷. رآکتورهای غشایی بستر سیال

۱۹۱	۱-۷	مقدمه
۱۹۲	۲-۷	پیکربندی و ساختار FBMRها
۱۹۶	۳-۷	کاربردها
۱۹۷	۱-۳-۷	ریفرمینگ بخار متان و واکنش‌های هیدروژن‌زدایی
۱۹۸	۲-۳-۷	واکنش‌های اکسیداسیون جزئی
۱۹۹	۴-۷	چشم‌اندازها و چالش‌ها
۱۹۹		منابع

فصل ۸. میکرو رآکتورهای غشایی

۲۰۱	۱-۸	مقدمه
۲۰۲	۲-۸	ساخت و تولید میکرو رآکتورهای غشایی
۲۰۲	۱-۲-۸	میکرو رآکتورهای غشایی نوع صفحه‌ای
۲۰۷	۲-۲-۸	میکرو رآکتورهای غشایی لوله‌ای
۲۱۱	۳-۸	کاربردهای میکرو رآکتورهای غشایی
۲۱۱	۱-۳-۸	Pd-MMR برای واکنش‌های هیدروژن‌دار کردن/هیدروژن‌زدایی
۲۱۴	۲-۳-۸	MMRهای زنولیتی برای چگالش نوناؤل و واکنش‌های اکسیداسیون انتخابی
۲۱۶	۳-۳-۸	MMRهای کاتالیستی برای واکنش‌های G-L-S
۲۱۷	۴-۸	جریان سیال در میکرو رآکتورهای غشایی

۲۱۸.....	۵-۸ چشم اندازها و چالش ها
۲۲۰.....	منابع
۲۲۳.....	فصل ۹. طراحی رآکتورهای غشایی
۲۲۳.....	۱-۹ مقدمه
۲۲۳.....	۲-۹ معادلات طراحی برای رآکتورهای غشایی
۲۲۴.....	۱-۲-۹ رآکتورهای غشایی بستر انباشته
۲۲۹.....	۳-۹ جریان میانی رآکتورهای غشایی کاتالیستی
۲۳۲.....	۱-۳-۹ رآکتورهای غشایی بستر سیال
۲۳۴.....	۴-۹ کاربردهای مدل سازی
۲۳۴.....	۱-۴-۹ هیدروژن زدایی اکسایشی π - بوتان در یک رآکتور غشایی متخلخل
۲۳۶.....	۲-۴-۹ واکنش های هیدروژن زدایی و هیدروژن دار شدن جفت شده در رآکتور غشایی Pd/Ag
۲۳۷.....	۳-۴-۹ POM در یک رآکتور غشایی نفوذ اکسیژن سرامیکی متراکم
۲۴۱.....	۵-۹ نتایج اظهار شده
۲۴۴.....	منابع
۲۴۶.....	نمایه

پیشگفتار مترجم

کتاب حاضر به بررسی انواع غشاهای معدنی که در فرایندهای شیمیایی به بهبود واکنش کمک می‌کنند، می‌پردازد. این کمک می‌تواند با جداسازی یک محصول به وسیله غشا از محدوده واکنش باشد که باعث می‌شود واکنش به سمت تولید محصولات بیشتر پیش برود و یا با فراهم کردن واکنش دهنده‌های یک واکنش به میزان مورد نیاز باشد. به عنوان مثال، در واکنش متان با اکسیژن برای تولید گاز سنتز، اگر اکسیژن اضافی به کار برود، این گاز به بخار آب و کربن دی اکسید تبدیل می‌شود و گاز سنتز تولید نمی‌شود، ولی استفاده از غشاهای مناسب سبب می‌شود اکسیژن به میزان کنترل شده به محدوده واکنش وارد شود و واکنش مورد نظر ما صورت گیرد. بنابراین رآکتورهای غشایی می‌توانند هر دو وظیفه یک غشا و یک رآکتور را هم‌زمان داشته باشند و باعث بهبود بازده فرایند شوند.

کتاب حاضر در نه فصل به بررسی اصول رآکتورهای غشایی، رآکتورهای غشایی متخلخل، رآکتورهای غشایی ژئولیتی، رآکتورهای غشایی فلزی متراکم، رآکتورهای غشایی سرامیکی متراکم برای نفوذ اکسیژن، رآکتورهای غشایی سرامیکی رسانای پروتون، رآکتورهای غشایی بستر سیال و میکرو رآکتورهای غشایی می‌پردازد. فصل آخر کتاب نیز شبیه سازی و مدل سازی رآکتورهای غشایی را بررسی می‌کند. این کتاب مناسب برای دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی مواد و همچنین متخصصان و پژوهشگران در حوزه غشا و رآکتورهای غشایی است.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از سرکار خانم معصومه صالحی، دانشجوی دکتری شیمی معدنی که در مراحل مختلف این کتاب کمک‌های فراوانی به بنده کردند، تشکر کنم. همچنین از جناب آقای طهماسب مرادعلی‌پور، کارشناس ارشد زبان و ادبیات فارسی که زحمت بررسی اولیه این کتاب را برعهده گرفتند، تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر احسان سلجوقی و سرکار

خانم هانیه اسدپور فعال مشهد که به ترتیب زحمت ویراستاری علمی و ادبی این کتاب را برعهده گرفتند نیز بسیار سپاسگزارم. همچنین از ریاست محترم، معاونت و مدیریت محترم پژوهشی مجتمع آموزش عالی گناباد، به خاطر حمایت از این کتاب و معاونت محترم پژوهش و فناوری و مدیریت محترم نشر آثار علمی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر نشر این اثر صمیمانه تشکر می‌کنم. از آنجاکه کتاب حاضر خالی از عیب و نقص نیست، از همه خوانندگان محترم خواهشمندم نواقص کتاب را به بنده اطلاع دهند تا در چاپ‌های بعدی کتاب، تصحیحات لازم صورت گیرد.

ولی‌اله ماندنی‌پوردیل

زمستان ۱۳۹۸

پیشگفتار نویسندگان

رآکتور غشایی ترکیبی از وظایف غشایی مانند جداسازی محصول، توزیع واکنش دهنده و پشتیبانی کاتالیست با واکنش های شیمیایی در یک واحد تنها که به بهبود میزان تبدیل و یا انتخاب پذیری/بازده بالا منجر می شود را ارائه می دهد. این ترکیب همچنین مزایایی نسبت به سیستم های واکنش/جداسازی متداول مانند انرژی مورد نیاز کمتر، امکان ادغام گرمایی و ایمنی عملیات را فراهم می آورد. این مزایا به طراحی سیستم هایی با حجم کمتر و مقرون به صرفه تر نسبت به سیستم های رآکتور متداول با صرفه جویی قابل توجهی در هزینه های فرایند منجر می شود. فناوری غشایی به عنوان یکی از راه حل های مؤثر در تشدید فرایند شیمیایی، تحقیقات و تلاش های توسعه فرایند، در سی سال گذشته توجه زیادی را در سراسر دنیا به خود جلب کرده است و هنوز هم در حال توسعه و نوآوری است.

امروزه رآکتورهای غشایی در فرایندهای بیوشیمیایی (بیورآکتور نامیده می شوند) مانند تولید مواد شیمیایی مناسب با استفاده از آنزیم ها، تولید مقیاس بالای بیوگاز از پساب و پاک سازی محیط زیست (تصفیه فاضلاب) کاربردهای تجاری دارند. این فرایندها در دماهای پایین (به ندرت بیش از ۶۰ درجه سانتی گراد) عمل می کنند و در نتیجه می توان از غشاهای پلیمری استفاده کرد. با این حال، بسیاری از واکنش های شیمیایی مطلوب در دماهای بالاتر از محدوده غشاهای پلیمری (۱۵۰-۱۰۰ درجه سانتی گراد) کار می کنند. توسعه مواد غشایی معدنی (زئولیت، سرامیک و فلزات) با پایداری شیمیایی و ساختاری در دماهای بالا باعث به کار بردن رآکتورهای غشایی در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی می شود. بسیاری از این مواد را می توان در دماهای بالا (تا ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد) به کار برد و این باعث می شود که بتوان از آنها در فرایندهای کاتالیستی استفاده کرد. با وجود این، رآکتورهای غشایی معدنی تاکنون در مقیاس صنعتی به کار برده نشده اند و موانعی برای کاربرد عملی آنها وجود دارد. این چالش ها نه تنها شامل اصول، بلکه شامل جنبه های مهندسی نیز هستند. برعکس، بسیاری از غشاهای جدید در فرایندهای واکنش غشایی در سال های اخیر توسعه یافته اند. مقالات مروری و بخش هایی از کتاب ها بر روی انواع رآکتورهای غشایی معدنی در چند سال گذشته منتشر شده اند. هدف این کتاب، توصیف اصول انواع مختلف

رآکتورهای غشایی معدنی، شرح گسترده کاربردها در انواع فرایندهای واکنش‌های شیمیایی و توضیح محدودیت‌ها، چالش‌ها و زمینه‌های بالقوه برای نوآوری‌های آینده است. با وجود این، قصد ما ارائه یک مرور کامل بر همه مقالات نیست، بلکه هدف نشان دادن وضعیت فعلی و پیشرفت در رآکتورهای غشایی معدنی است. امید است که این کتاب منبع اطلاعات مفیدی برای افرادی که تازه می‌خواهند در مورد رآکتورهای غشایی مطالعه کنند و نیز دانشمندان و مهندسانی که در این زمینه کار می‌کنند، واقع شود.

این کتاب با یک توصیف کلی از غشای معدنی و رآکتور غشایی شروع می‌شود. پس از آن، یک شرح مفصل از انواع رآکتورهای متخلخل، ژئولیتی، فلزی و رآکتورهای غشایی سرامیکی انتقال یون در فصل‌های جداگانه آورده شده است. ما با آگاهی از اهمیت تولید غشاها، با خواص مطلوب برای جداسازی و انتخاب پذیری خوب و پایداری کافی جهت مقاومت در برابر شرایط عملیاتی خشن برای کاربردهای صنعتی مواجه می‌شویم. برای هر نوع از رآکتورهای غشایی، همه موضوعات مهم مانند اصول انتقال غشا، تولید غشا، پیکربندی عملیات، کاربردهای عملی و بالقوه به‌طور جامع توصیف شده‌اند. خلاصه‌ای از مسائل مهم و موانع برای هر فرایند واکنش غشایی برای کمک به تمرکز خوانندگان بر روی مشکلات کلیدی در ساخت فناوری موفق تجاری ارائه شده است. روش مدل‌سازی به‌طور قابل توجهی به توسعه دانش پایه و مهندسی رآکتورهای غشایی کمک می‌کند. یک فصل جداگانه شامل فرایند مدل‌سازی عمومی برای رآکتورهای غشایی و کاربردهای آن‌ها در سیستم واکنش معمولی در پایان کتاب آورده شده است.

این کتاب ممکن است به‌عنوان مقدمه‌ای برای یادگیری رآکتورهای غشایی برای کسانی که تازه به این موضوع علاقه‌مند شده‌اند و یا مرجعی برای کسانی باشد که به‌طور حرفه‌ای در این موضوع کار می‌کنند. مبتدیان می‌توانند مفاهیم ابتدایی را درک کنند و متخصصان می‌توانند خودشان را با پیشرفت‌های اخیر در این زمینه آشنا کنند. مخاطبان این کتاب می‌توانند محققان صنعتی و سازمانی، دانشمندان و مهندسان علاقه‌مند به رآکتورهای غشایی و همچنین دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در رشته جداسازی غشایی باشند.

تان ژیاوئیائو، کانگ لی