



افرون‌ها

شیمی سطح

شناور سازی (فلوتاسیون) افرونی

برگردان از:

دکتر علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

بهار ۱۳۸۵

Sebba, Felix

سببا، فلیکس، ۱۹۱۲ - م
افرونها: شیمی سطح شناورسازی افرونی / فلیکس سببا؛ برگردان علی اکبر رحمانی. - تهران: جهاد
دانشگاهی، واحد تهران، انتشارات، ۱۳۸۴.
خ، ۲۷۰ ص: مصور.

ISBN 964-8171-49-1

Foams and builiquid foams, aphorons.

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

عنوان اصلی:

کتابنامه.

۱. کلونیدها. ۲. کشش سطحی. الف. رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ - مترجم. ب. جهاد دانشگاهی. واحد
تهران. انتشارات. ج. عنوان. د. عنوان: شیمی سطح شناورسازی افرونی.

۵۴۱/۳۴۵۱

۷ الف ۲ / ۵۴۹ / QD

۱۳۸۴

م ۸۴-۴۰۱۰۶

کتابخانه ملی ایران



واحد تهران

نام کتاب : افرونها

مترجم : علی اکبر رحمانی

ناشر : سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی شعبه واحد تهران

جهاد دانشگاهی دانشکده فنی دانشگاه تهران

لیتوگرافی : آبرنگ

چاپ : درخشان

شمارگان : ۱۵۰۰ نسخه

قیمت : ۲۸۰۰۰ ریال

نوبت چاپ : اول - بهار ۱۳۸۵

شابک : ۹۶۴-۸۱۷۱-۴۹-۱

ISBN : 964-8171-49-1

WWW.jahat.ir

Nashr@jahat.ir

نشانی : تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵

تلفن : ۶۶۴۱۸۴۹۹ - ۶۶۴۵۴۳۶۸ - تلفکس : ۶۶۴۹۵۶۹۹

تلفن مرکز پخش : ۶۶۴۹۰۷۴۲ - ۶۶۴۹۰۷۴۱ - ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۱۱۱۳۳۵۴



جهد دانشگاهی دانشکده فنی دانشگاه تهران گروه پژوهشی طراحی فرایندهای شیمیایی

این گروه پژوهشی با چندین سال فعالیت در زمینه شناسایی و سنتز سورفکتانتهای مورد نیاز در صنایع شوینده توانسته است با دستیابی به دانش فنی این مواد، گام مؤثری در عدم وابستگی صنایع شوینده به خارج کشور بردارد، برخی از موادی که دانش فنی آنها در این گروه ایجاد شده و آماده تحویل می باشد عبارتند از:

Coconut monoethanol amide	۱. کوکونات مونو اتانول آمید
Coconut diethanol amide (B)	۲. لورامید
Coconut diethanol amide (Super)	۳. سوپر آمید
GMS	۴. گلیسرین مونواستئارات
EGMS	۵. اتیلن گلیکول مونواستئارات
Cocoamido Propyl Betaine	۶. کوکامیدوپروپیل بتائین
Sulfosuccinate	۷. سدیم لورت (۳) سولفوساکسینات
POE (7) GML	۸. گلیسرول مونولورات ۷ مول اتوکسیله (گلیسروکس)
Span 40	۹. سوربیتان مونوپالمیتات
Span 60	۱۰. سوربیتان مونواستئارات
Span 80	۱۱. سوربیتان مونو اولئات
Sarcosinate	۱۲. سدیم کوکوئیل سارکوزینات
Tween 20, 40, 60, 80	۱۳. پلی سورباتها (توئین)

آدرس: تهران، خیابان انقلاب، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، طبقه دوم، جهد دانشگاهی، گروه پژوهشی

طراحی فرایندهای شیمیایی

تلفن: ۶۶۴۱۲۷۳۵-۶۱۱۲۲۲۲

تلفکس: ۶۶۴۹۵۲۱۶

E.mail: Engineering@jahat.ir

نمادها

مقدمه‌ی مترجم

فصل اول. مقدمه..... ۱

فصل دوم. نیروهای مؤثر در فصول مشترک

۱-۲..... نیروهای بین مولکولی.....	۹
۱-۱-۲..... نیروهای لندن.....	۱۰
۲-۲..... نیروهای موجود در سطح.....	۱۱
۳-۲..... نیروها در فصول مشترک مایع - مایع.....	۱۳
۴-۲..... ترسازها.....	۱۴
۱-۴-۲..... ترسازهای قابل حل در روغن.....	۱۶
۲-۴-۲..... ترسازهای قابل حل در آب.....	۱۹
۳-۴-۲..... ترسازهای غیر یونی.....	۱۹
۱-۳-۴-۲..... عدد توازن آب دوستی - چربی دوستی.....	۲۰
۴-۴-۲..... تک لایه ها.....	۲۰
۱-۴-۴-۲..... فشار سطح.....	۲۱
۲-۴-۴-۲..... تک لایه های متراکم شده.....	۲۱
۳-۴-۴-۲..... گرانش روی سطح.....	۲۲
۴-۴-۴-۲..... جهت یابی در تک لایه ها.....	۲۳
۵-۴-۴-۲..... تک لایه های مخلوط شده.....	۲۳
۵-۴-۲..... میسل های کلونیدی.....	۲۵
۶-۴-۲..... انحنا در سطوح.....	۲۹
۷-۴-۲..... زاویه ی تماس.....	۲۹

۳۱.....	ضرب پخش یا فشار پخش	۸-۴-۲
۳۲.....	فشار در داخل یک حباب	۱۰-۴-۲
۳۳.....	فشار لاپلاس	۱۰-۴-۲
۳۳.....	فشار بخار قطرات ریز: معادله‌ی کلوین	۱۱-۴-۲
۳۵.....	منابع	

فصل سوم. فیلم‌های نازک مایع

۳۷.....	نیروهای وان در والز	۱-۳
۴۰.....	نیروهای منفصل‌کننده	۲-۳
۴۲.....	اندازه‌گیری نیروهای منفصل‌کننده	۱-۲-۳
۴۳.....	ضخامت فیلم	۳-۳
۴۴.....	خاصیت ارتجاعی (الاستیسیته) فیلم‌های نازک صابونی	۴-۳
۴۵.....	اثر گیز-ماراگونی	۵-۳
۴۷.....	انتقال از درون فیلم‌های نازک	۶-۳
۴۸.....	سیستم‌های درشت‌خوشه‌ای	۷-۳
۵۰.....	منابع	

فصل چهارم. فوم‌های گازی چندوجهی

۵۱.....	حباب‌ها	۱-۴
۵۲.....	تشکیل فوم	۲-۴
۵۴.....	فوم‌ها	۳-۴
۵۵.....	ساختار فوم‌ها	۱-۳-۴
۵۶.....	انواع فوم‌ها	۲-۳-۴
۵۷.....	مرز پلاتیو	۳-۳-۴
۵۹.....	پایداری فوم	۴-۳-۴
۵۹.....	اندازه‌گیری پایداری فوم	۱-۴-۳-۴

۶۰	۲-۴-۳-۴. عوامل مؤثر در پایداری فوم
۶۳	۵-۳-۴. ممانعت از تشکیل فوم: بازدارنده‌ها یا ضد فوم‌ها
۶۴	۶-۳-۴. شکستن فوم‌ها
۶۶	منابع

فصل پنجم. افرون‌های گازی کلوئیدی (افرون‌ها)

۶۷	۱-۵. تولید به وسیله‌ی روش وانتوری
۶۸	۲-۵. تولید CGA با استفاده از روش صفحه‌ی گردان
۶۹	۳-۵. خواص حباب‌های کوچک
۷۱	۱-۳-۵. عدم به هم آمیختگی
۷۳	۲-۳-۵. موانع انرژی
۷۳	۳-۳-۵. یک پارچگی پوسته
۷۴	۴-۳-۵. ابعاد حباب‌ها
۷۵	۵-۳-۵. فشار در داخل یک حباب
۷۶	۶-۳-۵. حداقل ابعاد حباب‌ها
۷۸	۷-۳-۵. کف کنندگی افرون‌ها (CGA ها)
۸۰	۸-۳-۵. چگالی
۸۰	۹-۳-۵. تراکم پذیری
۸۰	۱۰-۳-۵. اتصال ذرات
۸۲	۱۱-۳-۵. تأثیر دما
۸۳	۱۲-۳-۵. خواص جریان
۸۳	منابع

فصل ششم. پخش عدسی‌ها بر روی آب

۸۵	۱-۶. انواع ترسازها
۸۵	۱-۱-۶. ویژگی‌های پخش

۲-۶	۸۶	فعالیت نسبی سطح
۳-۶	۸۷	بخش آب بر روی روغن
۴-۶	۸۸	ناپایداری نشر روغن بر روی آب
۵-۶	۸۹	تشکیل شدن افرون‌ها
۶-۶	۹۰	عدسی‌های ارتعاشی
۷-۶	۹۱	حالات تک‌لایه‌ها
۸-۶	۹۳	رشد رشته‌ها (فیلامان‌ها) از عدسی‌ها
۹-۶	۹۴	مقایسه‌ی کشش سطحی افرون‌ها
۱۰-۶	۹۵	جذب بین افرون‌هایی که روی سطح قرار دارند
۱۱-۶	۹۷	ضخامت دو لایه‌ای الکتریکی
۱۲-۶	۹۸	عوامل تعیین‌کننده‌ی الگوی بخش
	۱۰۰	منابع

فصل هفتم: فوم‌های دومایمی

۱-۷	۱۰۱	انواع فوم‌های دومایمی
۱-۱-۷	۱۰۲	فوم‌های دومایمی با مغزه‌ی روغنی
۲-۱-۷	۱۰۳	فوم‌های دومایمی با مغزه‌ی آب
۳-۱-۷	۱۰۵	فوم‌های دومایمی ایزوسپت نفت سفید
۲-۷	۱۰۵	تأثیرات ترساز بر روی اتصال در فوم‌ها
	۱۰۷	منابع

فصل هشتم: پلی‌افرون‌ها

۱-۸	۱۰۹	تهیه‌ی پلی‌افرون‌ها
۱-۱-۸	۱۱۱	ترسازهای مورد نیاز
۲-۱-۸	۱۱۲	میزان افزایش روغن
۳-۱-۸	۱۱۳	نسبت حجم فاز

۱۱۴.....	ابعاد افرون‌ها.....	۴-۱-۸
۱۱۵.....	پایداری افرون‌ها.....	۵-۱-۸
۱۱۶.....	افزایش دادن مقیاس.....	۶-۱-۸
۱۱۸.....	تفاوت بین پلی افرون‌ها و امولسیون‌ها.....	۲-۸
۱۲۰.....	هم‌زیستی فیلم صابونی با آب.....	۳-۸
۱۲۱.....	بررسی‌های ترمودینامیکی.....	۴-۸
۱۲۲.....	خواص ترمودینامیکی لاپلاس.....	۱-۴-۸
۱۲۳.....	بررسی میکروسکوپی.....	۵-۸
۱۲۵.....	رقیق کردن پلی افرون‌ها.....	۶-۸
۱۲۶.....	دلیل برای اثبات ساختار فوم.....	۷-۸
۱۲۷.....	رسانایی الکتریکی.....	۸-۸
۱۲۸.....	خواص جریان پلی افرون‌ها.....	۹-۸
۱۲۹.....	پلی افرون‌های زل مانند.....	۱۰-۸
۱۳۰.....	کشش سطحی.....	۱۱-۸
۱۳۴.....	شکستن پلی افرون‌ها.....	۱۲-۸
۱۳۵.....	منابع.....	

فصل نهم. کاربردهای حباب‌های گازی

۱۳۷.....	شناورسازی با استفاده از پخش گاز.....	۱-۹
۱۳۸.....	شناورسازی با استفاده از انحلال هوا.....	۲-۹
۱۳۹.....	شناورسازی یونی.....	۳-۹
۱۴۰.....	شناورسازی رسوبی.....	۴-۹
۱۴۱.....	استخراج با حلال.....	۵-۹
۱۴۲.....	نمک‌های تغییر شکل یافته.....	۶-۹
۱۴۴.....	منابع.....	

فصل دهم. کاربردهای افرون‌های گازی کلونیدی (CGA)

۱۴۶.....	جداسازی گازهای حل شده از آب	۱-۱۰
۱۴۷.....	شناورسازی ذرات بسیار دانه‌ریز از آب	۲-۱۰
۱۴۷.....	جداسازی قطرات روغن پخش شده از آب	۳-۱۰
۱۴۹.....	شناورسازی رسوبی و یونی	۴-۱۰
۱۵۰.....	جدا کردن عناصر زائد از زغال سنگ	۵-۱۰
۱۵۱.....	شناورسازی لخته‌های حاوی حباب‌های افرونی	۶-۱۰
۱۵۷.....	شویندگی	۷-۱۰
۱۵۹.....	جدا کردن نفت از ماسه	۸-۱۰
۱۶۰.....	شناورسازی میکروارگانیزم‌ها	۹-۱۰
۱۶۱.....	آتش نشانی	۱۰-۱۰
۱۶۳.....	حفاظت در برابر یخ زدگی	۱۱-۱۰
۱۶۴.....	تخمیر	۱۲-۱۰
۱۶۵.....	منابع	

فصل یازدهم. کاربردهای پلی افرون‌ها

۱۶۷.....	استخراج با حلال از قبل پخش شده	۱-۱۱
۱۷۴.....	شویندگی	۲-۱۱
۱۷۵.....	بازیابی غیر طبیعی از قطران و ماسه‌های روغنی	۳-۱۱
۱۷۹.....	مطالعات دیداری جریان با استفاده از پلی افرون‌ها	۴-۱۱
۱۸۰.....	استفاده از پلی افرون‌ها به عنوان ماده‌ی سوخت	۵-۱۱
۱۸۱.....	حمل مایعات خطرناک	۶-۱۱
۱۸۲.....	کاربردها در داروسازی	۷-۱۱
۱۸۲.....	صنعت رنگ‌سازی	۸-۱۱
۱۸۲.....	منابع	

فصل دوازدهم. افرون‌های معکوس

۱۸۳.....	ماهیت افرون‌های معکوس	۱-۱۲
۱۸۴.....	تعریف افرون معکوس	۲-۱۲
۱۸۴.....	تولید افرون‌های معکوس	۳-۱۲
۱۸۵.....	رشد افرون‌های معکوس	۴-۱۲
۱۸۹.....	کاسیول‌ها	۵-۱۲
۱۸۹.....	نقش یون‌های کلسیم	۶-۱۲
۱۹۰.....	اثبات وجود افرون‌های معکوس	۷-۱۲
۱۹۱.....	ویژگی‌های جریان	۸-۱۲
۱۹۱.....	نیمه‌تراوایی غشاء	۹-۱۲
۱۹۲.....	ترکیب‌های ممکن ذرات	۱۰-۱۲
۱۹۲.....	تشکیل شدن خود به خودی حباب گازی	۱۱-۱۲
۱۹۴.....	منابع	

فصل سیزدهم. اشکال غیر معمول افرون‌ها

۱۹۵.....	افرون‌های جامد	۱-۱۳
۱۹۷.....	گلاب‌ها	۲-۱۳
۱۹۸.....	منابع	

فصل چهاردهم. اهمیت بیولوژیکی

۱۹۹.....	حرکت	۱-۱۴
۲۰۲.....	نیروی محرک	۱-۱-۱۴
۲۰۳.....	تشکیل ساختارها	۲-۱۴
۲۰۴.....	مکانیزم حرکت	۱-۲-۱۴
۲۰۵.....	آشامیدن مواد خارجی و دفع مواد زائد	۲-۲-۱۴
۲۰۵.....	مدل‌های غشاء زنده	۳-۱۴

۲۰۶.....	۱-۳-۱۴	مدل لایه‌ی دومایعی
۲۰۶.....	۲-۳-۱۴	مدل نفوذ پروتئین
۲۰۷.....	۴-۱۴	معیارها برای یک غشاء
۲۰۸.....	۱-۴-۱۴	خواص پلی‌افرون‌هایی که برای غشاءهای زنده مهم هستند
۲۰۸.....	۲-۴-۱۴	مدل تک‌لایه‌ای افرون
۲۰۹.....	۱-۲-۴-۱۴	معیار I (مانع)
۲۰۹.....	۲-۲-۴-۱۴	معیار II (تداوم بین فاز درونی و بیرونی)
۲۱۱.....	۳-۲-۴-۱۴	معیار III (مقررات انتقال و انتقال از میان غشاء)
۲۱۲.....	۴-۲-۴-۱۴	معیار IV (سازش با آب)
۲۱۲.....	۵-۲-۴-۱۴	معیار V (ناهمگنی غشاء)
۲۱۳.....	۶-۲-۴-۱۴	معیار VI (تداوم با ساختارهای درونی سکول)
۲۱۳.....	۷-۲-۴-۱۴	معیار VII (ترمیم غشاء)
۲۱۴.....	۸-۲-۴-۱۴	معیار VIII (ضروریات تکوینی غشاء)
۲۱۵.....	۳-۴-۱۴	شکل افرون‌ها
۲۱۷.....	۴-۴-۱۴	ترکیبات شیمیایی مدل افرون
۲۱۸.....	۵-۴-۱۴	نقش کلسترول
۲۱۸.....	۶-۴-۱۴	ترکیبات فیلم صابونی
۲۱۹.....	۷-۴-۱۴	بارهای الکتریکی
۲۱۹.....	۸-۴-۱۴	ملاحظات ابعادی
۲۲۰.....	۹-۴-۱۴	تراوایی غشاءها
۲۲۰.....		منابع

فصل پانزدهم. سرطان

۲۲۱.....	۱-۱۵	ارتباط سرطان با موضوعات این کتاب
۲۲۱.....	۲-۱۵	عوامل مؤثر در بدخیمی
۲۲۲.....	۱-۲-۱۵	چگونگی به وجود آمدن سرطان

۲۲۳.....	۲-۲-۱۵. تکوین غشاءها و سلول‌ها.....
۲۲۳.....	۱-۲-۲-۱۵. موجودات زنده‌ی چند سلولی.....
۲۲۴.....	۲-۲-۲-۱۵. تأثیر غلظت ترساز.....
۲۲۵.....	۳-۲-۲-۱۵. تکوین غشاء.....
۲۲۶.....	۴-۲-۲-۱۵. چسبندگی سلول‌ها.....
۲۲۸.....	۳-۱۵. مناسبت کلسترول.....
۲۳۰.....	۱-۳-۱۵. کنترل غلظت کلسترول.....
۲۳۱.....	۲-۳-۱۵. کنترل کلسترول معیوب.....
۲۳۱.....	۱-۲-۳-۱۵. نقائص ژنتیکی.....
۲۳۴.....	۴-۱۵. حمله به سلول سرطانی.....
۲۳۴.....	۱-۴-۱۵. مکانیزم تغذیه‌ی مجدد (بازخورد).....
۲۳۶.....	۲-۴-۱۵. امکان معالجه‌ی سرطان.....
۲۳۷.....	منابع.....

فصل شانزدهم. آب‌رنگ

۲۴۰.....	۱-۱۶. تغییر دادن الگوها.....
۲۴۴.....	۲-۱۶. الگوهای دائمی.....
۲۴۷.....	واژگان انگلیسی به فارسی.....
۲۵۷.....	واژگان فارسی به انگلیسی.....
۲۶۵.....	نمایه.....

مقدمه‌ی مترجم

کتاب حاضر برگردان کتاب ارزشمندی در باره‌ی شیمی سطح است. شیمی سطح بدون شک تمامی پدیده‌های موجود را بر می‌گیرد. به نظر نویسنده آنچه حیات را اداره می‌کند وابستگی‌هایی به شیمی سطح دارد که خواننده در حین مطالعه‌ی کتاب به این نظر پی خواهد برد. گفتنی است که فصل چهاردهم کتاب مشتمل بر مطالبی است که نشان‌گر چگونگی تشکیل حیات است. مترجم با توجه به اهمیت موضوع و آموزه‌های اسلامی در باره‌ی مطالب قید شده در کتاب، در صدد مکاتبه برآمد تا شاید بتواند در باره‌ی بعضی مطالب نوشته شده با نویسنده به بحث و گفتگو بنشیند ولی متأسفانه دیر شده بود و مؤلف محترم کتاب پروفیسور فلیکس سبا سه سال قبل از ترجمه‌ی کتاب فوت کرده بود که بدون شک فقدان وجود ایشان ضایعه‌ای اسف‌انگیز در دنیای علوم و به ویژه شیمی تلقی خواهد شد. روحش شاد.

مؤلف در فصل پانزدهم مطالب جالبی را درخصوص سرطان، پدیده‌ای که وی آن را با شیمی سطح مرتبط می‌داند ارائه کرده است که مسلماً اگر این موضوع دقیق پی‌گیری شود در شناخت و فرایند درمانی سرطان بسیار نافع خواهد بود.

پژوهش‌گران روش‌های مختلفی از قبیل فلوکولاسیون (لخته‌سازی) انتخابی، گلومراسیون کروی نفتی و شناورسازی کفی (فلوتاسیون) را برای جداسازی یک ذره‌ی بخصوص را به طور انتخابی آزمایش کرده‌اند که با موفقیت‌هایی همراه بوده است ولی به اعتقاد آنها فرایندهای مطرح شده دارای معایبی نیز می‌باشند که از جمله می‌توان به انتخابی عمل نکردن یا مقرون به صرفه نبودن فرایندها در جداسازی اشاره کرد. برای مثال در آگلومراسیون کروی نفتی مقدار نفتی که به عنوان جمع‌آوری کننده‌ی ذرات حاوی کرین مورد استفاده قرار می‌گیرد بسیار زیاد است که در کل این فرایند را غیراقتصادی می‌کند. اگر آگلومراها یا به کارگیری مقدار بسیار کم نفت، کوچک‌تر تولید شوند به وسیله‌ی افرون‌ها قابل بازیافت می‌باشند. فرایند شناورسازی نیز ممنوعیت‌هایی را ایجاد می‌کند: ۱- تولید و تهیه‌ی مواد شیمیایی بسیار پرهزینه و انحصاری است. ۲- چنانچه پس از عملیات شناورسازی، مواد شیمیایی واکنش نکرده به محیط زیست رها شوند، خسارت‌های جبران‌ناپذیری را تحمیل خواهند کرد. فلوکولاسیون انتخابی نیز آزمایش شده است ولی به علل انتخابی عمل نکردن و شامل شدن ذرات خاکستر و ته‌نشین شدن آنها همراه با لخته‌ها، به مرحله‌ی صنعتی نرسیده است. بدون شک تمام فرایندهای یادشده‌ی فوق با شیمی سطح مرتبط می‌باشند. به علت نارسایی‌هایی که وجود دارد روش جایگزین، شناورسازی با استفاده از افرون‌ها، پیشنهاد می‌گردد.

«افرون‌ها» واژه‌ای است ساخته‌ی مؤلف که به تازگی از سوی وی مطرح شده و به نوع خاصی از فوم‌ها اطلاق می‌شود. افرون‌ها که از هم‌زدن مقدار بسیار کم ترساز در آب تولید می‌شوند، حباب‌های بسیار ریزی (۲۵ میکرون)، هستند که ویژگی‌های بارزی دارند و در شناورسازی توانایی شناور کردن یک ذره‌ی بخصوص از دیگر ذرات را دارا می‌باشند. تهیه و تولید افرون‌ها در مقایسه با فرایندهای جداسازی دیگر بسیار مقرون به‌صرفه است چنان‌که مترجم در فرایند شناورسازی زغال سنگ از مواد زائد دیگر از آن بهره‌های وافری برده است. نظر به این فائده‌ی بزرگ بر آن شدم تا افرون‌ها را از طریق ترجمه‌ی این کتاب به خوانندگان فارسی زبان و صاحبان فن شناورسازی بشناسانم. رجاء واثق دارم که افرون‌ها در دیگر فرایندهای شناورسازی انتخابی نیز مفید واقع خواهند شد.

امید است خوانندگان محترم با مطالعه‌ی این کتاب با افرون‌ها بیشتر آشنا شوند و چنان‌چه نظرات اصلاحی‌ای داشته باشند بر مترجم منت خواهند داشت. از تمام کسانی که مرا در امر به ثمرنشتن این کتاب یاری کردند به ویژه همسر صبورم کمال تشکر را دارم.

الحمد... رب العالمین

مهر ۱۳۸۴