

شیمی سطح

و

ترسازها

(جلد اوّل)

دکتر علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه: رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ -

عنوان و نام پدیدآور: شیمی سطح و ترسازها/ علی اکبر رحمانی.

مشخصات نشر: قزوین: الای اندیشه، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ج ۲: مصور، جدول، نمودار.

شابک: دوره ۹-۴-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸؛ ج ۵-۶۱-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸؛ ج ۶-۳۲-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸؛

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: شیمی رویه‌ها

موضوع: سطح مشترک (فیزیک)

رده بندی کنگره: ۱۳۹۳ ش ۹/۳ QD۵۰۶

رده بندی دیویی: ۵۴۱/۳۳

شماره کتابشناسی ملی: ۳۷۳۴۸۴۰

شیمی سطح و ترسازها

علی اکبر رحمانی

اشر: آلائی اندیشه

تایپ و صفحه آایی: ارزو یار که سلخوری

ویراستار: شهره کریمی

لیتوگرافی چاپ و صحافی: فوق بی پایان

طراح جلد: مهندس کیان رحمانی

شمارگان: ۵۰۰

نوبت چاپ: اول- پاییز ۱۳۹۴

قیمت: ۳۸۰۰۰۰ ریال

شابک: دوره ۹-۴-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸

ج ۱: ۶-۵-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸؛ ج ۲: ۳-۶-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸

نشانی: قزوین-ملاصدرا-اندیشه ۴-پلاک ۲۰

مرکز پخش: تهران - خیابان اردیبهشت - نبش وحید نظری - پلاک ۱۴۲ - انتشارات دانش

نگار تلفن: ۶۶۴۰۰۱۴۴

پیشگفتار

ولفگانگ پاولی (Wolfgang Pauli) (۱۹۰۰-۱۹۵۸) پیچیدگی و مشکل مطالعه‌ی سطح را خاطرنشان کرده است. این امر، یک سوال اساسی را مطرح کرد که سطح یک ماده چیست؟ ساده‌ترین تعریف این است که سطح، مرزی است که در آن اتم‌هایی که ماده‌ای را تشکیل می‌دهند خاتمه می‌یابند و با اتم‌های ماده‌ی جدید، سطح مشترک تشکیل می‌دهند. سطح بیرونی‌ترین لایه‌ی اتم‌های یک ماده، فقط شامل 10^{15} اتم در هر سانتی‌متر مربع (در مقایسه با حجم ماده، که تقریباً از 10^{23} اتم در هر سانتی‌متر حجم تشکیل شده) می‌شود.

علوم سطحی، مطالعه‌ی پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی است که در سطح مشترک دو فاز، شامل سطوح مشترک جامد-مایه، جامد-گاز، جامد-خلا و مایع-گاز، به وقوع می‌پیوندد و شامل رشته‌های شیمی و فیزیک سطحی است. بعدی از کاربردهای عملی مربوطه به صورت مهندسی سطح طبقه‌بندی می‌گردند، مفاهیمی از قبیل کاتالیزوری ناهمگن، ساخت وسایل نیمه‌رسانا، پیل‌های سوختی، تک‌لایه‌های خودآبناشت و چسب‌ها را در برمی‌گیرد. علوم سطحی، با سطح مشترک و علوم کلویدی ارتباط نزدیکی دارد. شیمی و فیزیک میان‌وجهی برای هر دو، موضوعات مشترکی محسوب می‌گردند. ولی روش‌های مختلفی می‌باشند. علاوه بر این علوم مربوط به سطح مشترک و کلویدی پدیده‌های به علت ویژگی‌های سطوح مشترک ماکروسکوپی را که در سامانه‌های ناهمگن صورت می‌گیرد، مورد مطالعه قرار می‌دهد. رشته‌ی شیمی سطح با کاتالیزوری ناهمگن، توزیع سد، معادله‌ی جذب (سطحی) لنگمویر (Langmuir) برای مدل‌سازی جذب تک‌لایه، جایی که تمام محلهای جذب سطحی میل مشابهی برای گونه‌های جذب‌کننده دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شیمی سطح، به صورت مطالعه‌ی واکنش‌های شیمیایی در سطح مشترک تعریف می‌شود و ارتباط نزدیکی با مهندسی سطح دارد، که مهندسی سطح سعی می‌کند ترکیب سطح را با شامل نمودن عناصر منتخب یا گروه‌های عاملی که تأثیرات یا بهبودهایی در خواص سطح یا سطح مشترک به وجود آورده، اصلاح نماید. شیمی سطح با الکتروشیمی نیز هم‌پوشانی می‌کند. علوم سطحی در رشته‌ی کاتالیزوری ناهمگن، اهمیت ویژه‌ای دارد. جذب گاز در سطح می‌تواند شیمیایی یا فیزیکی باشد که هر دو در شیمی سطح شامل می‌شوند.

رفتار سطح مشترک محلول پایه به وسیله‌ی بار سطحی، دوقطبی‌ها، انرژی‌ها و توزیع آن‌ها در درون دولایه‌ی الکتریکی تأثیرپذیر می‌شود.

فیزیک سطح، به صورت مطالعه‌ی تغییرات فیزیکی که در سطوح مشترک به وقوع می‌پیوندد، تعریف می‌شود و یا شیمی سطح هم‌پوشانی می‌کند. مواردی که به وسیله فیزیک سطح مورد بررسی قرار می‌گیرند، شامل: حالات سطح، نفوذ سطح، بازسازی سطح، فونون‌ها و پلاسمون‌های سطح، رونشستی و پراکنش رامان (Raman) تقویت شده‌ی سطحی، گسیل و تونل‌زنی الکترون‌ها، اسپینترونیک‌ها و خودانباشت نانوساختارها بر روی سطح، می‌باشند.

مطالعه و تحلیل سطوح، فنون تحلیل فیزیکی و شیمیایی را شامل می‌شود. چندین روش جدید، بالاترین، ۱-۱۰ nm، سطوحی را که در معرض خلا قرار می‌گیرند، روبش می‌کنند که شامل موارد زیر است: طیف نمایی نورالکترون اشعه‌ی ایکس، طیف نمایی الکترون آگراش الکترون کم‌انرژی، طیف-نمایی اقت‌انرژی الکترون، طیف‌نمایی واجذب گرمایی، طیف‌نمایی پراکندگی یون، طیف‌نمایی جرمی یون ثانویه، تحلیل‌سنجی قطبش دوگانه و دیگر روش‌های تحلیل سطحی که در لیست روش‌های تحلیل مواد ارایه شده است. بسیاری از این فنون، چون به آشکارسازی الکترون‌ها یا یون‌های منتشر شده از سطح تحت مطالعه، متکی می‌باشند، به خلا احتیاج دارند. علاوه بر این، در کل، خلا بسیار بالا، در محدوده‌های 10^{-7} فشار پاسکال، بالاتر، برای کاهش آلودگی سطح به وسیله‌ی گاز باقیمانده، با کاهش تعداد مولکول‌هایی که در زمان مشخصی به سطح می‌رسند ضروری می‌باشد؛ در 0.1 mPa (10^{-6} torr)، فقط ۱ sec زمان لازم است سطحی به اندازه‌کننده پوشش داده شود، در نتیجه، برای اندازه‌گیری‌ها فشار بسیار کمتری مورد نیاز خواهد بود.

فنون به طور خالص نوری، تحت انواعی از شرایط، می‌توانند برای مطالعه‌ی سطوح مشترک مورد استفاده قرار گیرند. فروسرخ بازتابش-جذب، تداخل‌سنجی قابل دوتایی، رامان تقویت شده‌ی سطحی و طیف‌نمایی تولید فرکانس، برای روش سطوح جامد-خلا و همچنین جامد-گاز، جامد-مایع و مایع-گاز، به کار می‌روند. تداخل‌سنجی قطبش دوتایی برای کمی‌کردن تغییرات اختلال در فیلم‌های نازک دوشکستی، برای مثال مطالعه‌ی تشکیل دولایه‌های چربی و برهم‌کنش آن‌ها با پروتئین‌های غشا، به کار می‌رود.

روش‌های تحلیلی فیزیکی جدید، شامل میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی (STM) و روش‌های نشأت گرفته از آن، می‌شود. این روش‌های میکروسکوپی، توانایی و اشتیاق دانشمندان سطوح را برای اندازه‌گیری ساختار فیزیکی بسیاری از سطوح به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده‌اند. این افزایش، به علاقه‌ی عمومی‌تر نانوفناوری منجر شده است.

کتاب از دو بخش تشکیل می‌شود بخش اول شیمی سطح را مورد بررسی قرار می‌دهد. معمولاً در موضوعات مربوط به شیمی سطح، سطوح جامدات توضیح داده نمی‌شوند. یا به طور مختصر مورد اشاره

قرار می گیرند ولی سعی شده جهت تکمیل موضوعات مربوط به سطوح مشترک، سطح مشترک جامد- جامد نیز مورد بررسی قرار گیرد.

اگرچه ترسازها تا حدودی در بخش اول پوشش داده شده اند ولی در بخش دوم انواعی از ترسازها مورد بررسی قرار گرفته اند که امید است تا حدود زیادی نیازهای مربوط به شیمی سطح مورد نظر پژوهشگر را برآورده نماید.

از تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این کتاب مرا یاری نمودند کمال تشکر را دارم. بدون شک کم و کاستی هایی وجود دارند که از اساتید محترم و دانشجویان گرامی درخواست می گردد، موارد را به اطلاع اینجانب برسانند تا در آینده به نام ایشان به چاپ برسد.

الحمد لله رب العالمین

فروردین ۱۳۹۳

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل ۱- مقدمه

۱	۱-۱. اهمیت سطوح مشترک
۲	۲-۱. سطوح و سطوح مشترک
۲	۱-۲-۱. مقدمه
۳	۲-۲-۱. انواع سطوح (فصل) مشترک
۴	۳-۲-۱. تعریف ناحیه‌ی سطح مشترک
۴	۳-۱. سوار و سوار پایدار
۵	۴-۱. مفاهیم کلیدی
۶	۱-۴-۱. کشش سطحی و فشار سطحی
۶	۲-۴-۱. ترشوندگی
۷	۳-۴-۱. جذب (سطحی)
۸	۴-۴-۱. امولسیون‌ها
۸	۵-۴-۱. کلوییدها
۹	۶-۴-۱. غشاها
۹	۵-۱. ترتیب مطالب کتاب
۱۰	منابع
۱۰	تمرین‌ها

فصل ۲- مویستگی و مکانیک سطوح

۱۱	۱-۲. کشش سطحی و کار
۱۱	۱-۱-۲. تعریف کشش سطحی
۱۴	۲-۱-۲. کار کشیدگی
۱۵	۳-۱-۲. زاویه تماس، ترشوندگی و بخش
۱۸	۴-۱-۲. سطح کششی
۲۱	۵-۱-۲. کار دگرچسبی و هم‌چسبی
۲۲	۲-۲. اندازه‌گیری کشش سطحی

۲۳	۱-۲-۲ صفحه‌ی اولیه‌ی
۲۵	۲-۲-۲ بالا آمدن موینه‌ای
۲۷	۳-۲-۲ وزن یا حجم قطره
۲۸	۴-۲-۲ حداکثر فشار حباب
۲۹	۵-۲-۲ قطرات چسبیده و آویزه
۲۹	۶-۲-۲ میکروپیت
۳۱	۷-۲-۲ روغن‌های نشانگر
۳۳	۳-۲ معادله‌ی لاپلاس
۳۶	۱-۳-۲ کاربرد معادله‌ی لاپلاس
۳۸	۴-۲ معادله‌ی کلون
۳۹	۱-۴-۲ نتایج معادله‌ی کلون
۴۶	۲-۴-۲ تایید معادله‌ی کلون
۴۶	۵-۲ کشش سطحی مایعات خالص
۴۶	۱-۵-۲ تأثیر دما بر کشش سطحی
۴۸	۲-۵-۲ کشش سطحی مایعات
۴۸	۳-۵-۲ برهم‌کنش آب‌گریز-آبدوست
۵۱	خلاصه
۵۲	منابع
۵۳	تمرین‌ها

فصل ۳. جذب (سطحی) و ترمودینامیک سطوح

۵۵	۱-۳ مقدمه
۵۵	۲-۳ مدل‌های سطح مشترک
۵۶	۱-۲-۳ رویکرد فاز سطحی
۵۶	۲-۲-۳ رویکرد خواص اضافه سطح
۵۷	۳-۳ جذب نسبی
۵۷	۱-۳-۳ جذب و سطح تقسیم‌کننده
۵۹	۲-۳-۳ غلایم قراردادی برای نیروی تقسیم‌کننده
۶۰	۳-۳-۳ همدم‌های (ایزوترم‌های) جذب
۶۱	۴-۳ خواص ترمودینامیکی سطوح مشترک

۶۱	 ۳-۴-۱. کار مکانیکی
۶۲	 ۳-۴-۲. انرژی داخلی و آنتالپی
۶۲	 ۳-۴-۴. انرژی آزاد گیبز
۶۳	 ۳-۵. کمیت‌های اضافه سطح
۶۴	 ۳-۶. اندازه گیری جذب (سطحی)
۶۴	 ۳-۶-۱. جذب از تغییر غلظت
۶۵	 ۳-۶-۲. جذب از تحلیل سطحی
۶۶	 ۳-۶-۳. جذب از تغییر کشش سطحی - همدمای جذب گیبز
۶۸	 ۳-۷. جذب از مول‌ها
۶۹	 ۳-۸. سینتیک جذب
۶۹	 خلاصه
۷۰	 منابع
۷۰	 تمرین‌ها

فصل ۴. سطح مشترک گاز - مایع : جذب، فیلم‌ها و فوم‌ها، آئروسول‌ها

۷۲	 ۴-۱. مقدمه
۷۲	 ۴-۲. اندازه گیری جذب تعادلی
۷۲	 ۴-۲-۱. اندازه‌گیری کشش سطحی
۷۳	 ۴-۲-۲. تحلیل سطحی
۷۶	 ۴-۳. مشاهده سینتیک جذب
۷۷	 ۴-۳-۱. جذب در سطوح مشترک تازه تشکیل شده
۷۸	 ۴-۳-۲. امواج سطحی
۸۰	 ۴-۴. جذب مواد حل شده‌ی غیر یونیده
۸۰	 ۴-۴-۱. تأثیرات غلظت ماده‌ی حل شده بر کشش سطحی
۸۳	 ۴-۴-۲. جذب زیر کوووسکی - لنگمویر
۸۷	 ۴-۴-۳. معادلات حالت
۸۸	 ۴-۴-۴. جذب منفی
۸۸	 ۴-۴-۵. سینتیک جذب

۸۹	۵-۴ جذب مواد حل شده یونیده
۹۰	۶-۴ جذب ترسازها
۹۰	۱-۶-۴ ساختار مولکولی ترسازها
۹۳	۲-۶-۴ کشش سطحی محلول های ترساز
۹۴	۳-۶-۴ جذب ترسازها
۹۸	۷-۴ مایسل ها
۱۰۱	۱-۷-۴ خواص محلول های ترسازها
۱۰۳	۲-۷-۴ الزامات مولکولی برای مایسل ها
۱۰۴	۳-۷-۴ تشکیل آبوهه ها
۱۰۵	۴-۷-۴ ساختار مایسل
۱۰۸	۵-۷-۴ انحلال
۱۰۹	۶-۷-۴ عواملی که CMC را تحت تاثیر قرار می دهند
۱۰۹	۷-۴-۴ تأثیرات ناخالصی ها
۱۱۱	۸-۴ کاربردهای ترسازها
۱۱۱	۱-۸-۴ ترشوندگی
۱۱۲	۲-۸-۴ شویندگی
۱۱۴	۳-۸-۴ دفع آب
۱۱۵	۴-۸-۴ امولسیون سازی
۱۱۵	۵-۸-۴ شناورسازی کفی در کانه آرای
۱۱۶	۶-۸-۴ بازیافت نفت
۱۱۶	۷-۸-۴ آشفگی غشا
۱۱۶	۹-۴ فیلم ها و فوم ها
۱۱۶	۱-۹-۴ مقدمه
۱۱۸	۲-۹-۴ کشش فیلم
۱۱۹	۳-۹-۴ تراوایی گازها
۱۲۱	۴-۹-۴ تشکیل و پایداری فوم
۱۲۲	۵-۹-۴ مرز پلاتیو
۱۲۳	۶-۹-۴ شکل حباب در فومها
۱۲۳	۷-۹-۴ بازداشت فوم

۱۲۴	۱۰-۴. اثر مارانگونی
۱۲۶	۱۱-۴. آنروسل‌ها
۱۲۶	۱-۱۱-۴. وقوع آنروسل‌ها
۱۲۶	۲-۱۱-۴. تشکیل آنروسل‌ها
۱۲۷	۳-۱۱-۴. خواص آنروسل‌های مایع
۱۳۲	۴-۱۱-۴. تایید معادله‌ی کلوین با استفاده از آنروسل
۱۳۳	خلاصه
۱۳۴	منابع
۱۳۶	تمرین‌ها

فصل ۵. تک‌لایه‌های خلال آیر و فیلم‌های لنگمویر-بلودجت

۱۳۸	۱-۵. مقدمه
۱۳۹	۲-۵. تشکیل و به کارگیری تک‌لایه‌های شناور
۱۳۹	۱-۲-۵. الزامات مولکولی
۱۳۹	۲-۲-۵. پخش (گسترش)
۱۴۰	۳-۲-۵. موازنه‌ی فیلم سطحی
۱۴۲	۴-۲-۵. ناوه‌های دایره‌ای
۱۴۲	۵-۲-۵. موازنه‌های فیلم سطحی برای سطح مشترک روغن-آب
۱۴۳	۳-۵. روابط فشار سطحی-مساحت
۱۴۴	۴-۵. رسوب فیلم‌های لنگمویر-بلودجت
۱۴۶	۵-۵. مطالعه‌ی ساختار فیلم
۱۴۷	۱-۵-۵. موازنه‌ی فیلم سطحی
۱۴۷	۲-۵-۵. پتانسیل سطحی
۱۴۸	۳-۵-۵. گرانروی سطحی
۱۴۹	۴-۵-۵. فنون پراکندگی اشعه‌ی ایکس
۱۵۲	۵-۵-۵. پراکندگی نوترونی
۱۵۳	۶-۵-۵. طیف‌نمایی ارتعاشی و الکترونیکی
۱۵۳	۷-۵-۵. پراش الکترونی
۱۵۴	۸-۵-۵. مطالعه با میکروسکوپ الکترونی

۱۵۴	۵-۹. بیضی‌سنجی
۱۵۵	۵-۱۰. زاویه‌ی بروس‌تر و روش میکروسکوپ فلئوئورسانسی
۱۵۶	۵-۱۱. روش میکروسکوپ با کاوند روبشی
۱۵۶	۵-۱۲. فنون گوناگون برای سطوح جامد
۱۵۷	۵-۶. ساختار و خواص تک‌لایه‌های شناور
۱۵۷	۵-۶-۱. فازهای اصلی تک‌لایه‌ها
۱۵۹	۵-۶-۲. انتقال فاز
۱۶۹	۵-۶-۳. فشار بیش‌تر تادل
۱۷۰	۵-۶-۴. فروریختن تک‌لایه
۱۷۱	۵-۶-۵. تک‌لایه‌های پهنی
۱۷۲	۵-۷. برهم‌کنش‌ها در تک‌لایه‌ها
۱۷۲	۵-۱-۱. دو جزء انحلال‌ناپذیر
۱۷۶	۵-۷-۲. نفوذ تک‌لایه‌ها به وسایلی تدرجی قابل حل
۱۷۸	۵-۷-۳. واکنش‌ها در تک‌لایه‌های
۱۷۹	۵-۸. ساختار فیلم‌های لنگمویر-بلودجت
۱۸۳	۵-۹. کاربردها
۱۸۳	۵-۹-۱. تک‌لایه‌های پخش
۱۸۵	۵-۹-۲. فیلم‌های لنگمویر-بلودجت
۱۸۷	خلاصه
۱۸۹	منابع
۱۹۱	تمرین‌ها
	فصل ۶. سطح مشترک مایع - مایع: امولسیون‌ها، غشاها
۱۹۳	۶-۱. مقدمه
۱۹۳	۶-۲. امولسیون‌ها
۱۹۵	۴-۲-۱. تشکیل امولسیون‌ها
۱۹۷	۶-۲-۲. نوع امولسیون
۱۹۷	۶-۲-۳. دانه‌بندی
۱۹۹	۶-۲-۴. پایداری امولسیون
۲۰۴	۶-۲-۵. جریان‌شناسی امولسیون

۲۰۸	۳-۶. پایداری امولسیون و انتخاب امولسیون‌ساز
۲۰۸	۱-۳-۶. نظریه‌های اولیه
۲۰۹	۲-۳-۶. جنبه‌های الکتریکی پایداری امولسیون
۲۱۱	۳-۳-۶. پایدارسازی استریک
۲۱۲	۴-۳-۶. پایدارسازی به وسیله‌ی ذرات جامد
۲۱۲	۵-۳-۶. امولسیون‌سازی و سامانه‌ی HLB
۲۱۶	۴-۶. میکرو امولسیون‌ها
۲۱۸	۵-۶. بسپارش امولسیون
۲۲۰	۶-۶. استخراج مایع با مایع (استخراج حلالی)
۲۲۱	۷-۶. غشاهای
۲۲۱	۱-۷-۶. غشاهای مصنوعی
۲۲۹	۲-۷-۶. غشاهای چربی-آبی
۲۳۰	۳-۷-۶. غشاهای خودآبناشت
۲۳۲	خلاصه
۲۳۲	منابع
۲۳۴	تمرین‌ها

فصل ۷. سطوح جامدها

۲۳۵	۱-۷. مقدمه
۲۳۷	۲-۷. سطوح بلورهای تکی
۲۳۷	۱-۲-۷. اندیس‌های میلر
۲۳۸	۲-۲-۷. آرایش مجدد سطح
۲۴۱	۳-۷. فنون برای مطالعه‌ی سطوح جامدات
۲۴۱	۱-۳-۷. روش‌های طیف‌نمایی
۲۴۹	۲-۳-۷. روش‌های پراش
۲۵۱	۳-۳-۷. ارتعاش پلاسمون سطحی
۲۵۱	۴-۳-۷. فنون کاوند روبشی
۲۵۵	خلاصه

۲۵۵	منابع
۲۵۶	تمرین‌ها

فصل ۸- سطح مشترک گاز - جامد: جذب، کاتالیزوری

۲۵۸	۸-۱ - مقدمه
۲۵۸	۸-۲. جذب (سطحی) فیزیکی و شیمیایی
۲۵۹	۸-۲-۱. مقایسه‌ی جذب فیزیکی و شیمیایی
۲۶۰	۸-۳. اندازه‌گیری جذب گاز
۲۶۰	۸-۳-۱. روش‌های فشار/حجم
۲۶۳	۸-۳-۲. روش‌های گرانشی
۲۶۴	۸-۳-۳. روش‌های گرانیمتری
۲۶۵	۸-۴. همدمای جذب
۲۶۵	۸-۴-۱. مقدمه
۲۶۵	۸-۴-۲. طبقه‌بندی همدماهای جذب
۲۶۷	۸-۵. معادلات همدما
۲۶۷	۸-۵-۱. معادله‌ی جذب لنگمویر
۲۷۱	۸-۵-۲. معادله‌ی BET
۲۸۰	۸-۵-۳. معادله‌ی BET برای جذب محدود
۲۸۱	۸-۵-۴. همدماهای فروند لیچ و تمکین
۲۸۱	۸-۵-۵. معادلات همدمای دیگر
۲۸۲	۸-۶. چگالش مویین
۲۸۴	۸-۷. ساختار لایه‌ی جذب شده
۲۸۴	۸-۷-۱. مراحل اولیه‌ی جذب
۲۸۵	۸-۷-۲. جذب چندلایه
۲۸۵	۸-۸. جذب شیمیایی
۲۸۵	۸-۸-۱. همدماهای جذب برای جذب شیمیایی
۲۸۷	۸-۸-۲. ویژگی جذب شیمیایی
۲۸۷	۸-۸-۳. بازسازی سطح از طریق جذب شیمیایی
۲۸۸	۸-۹. آنتالپی جذب

۲۸۹	۱۰-۸. سینتیک‌های جذب
۲۸۹	۱-۱۰-۸. سینتیک‌های جذب فیزیکی
۲۹۳	۲-۱۰-۸. سینتیک جذب شیمیایی
۲۹۴	۱۱-۸. کاتالیزوری ناهمگن
۲۹۵	۱-۱۱-۸. مرور مختصر کاتالیزوری ناهمگن
۲۹۶	۲-۱۱-۸. جذب واکنش‌دهنده‌ها، مرحله‌ی (۲)
۲۹۹	۳-۱۱-۸. واکنش در درون لایه‌ی جذب شده، مرحله‌ی (۳)
۳۰۵	۴-۱۱-۸. واجب محصولات، مرحله‌ی (۴)
۳۰۶	خلاصه
۳۰۷	منابع
۳۰۸	تمرین‌ها

فصل ۹. سطح مشترک مایع-جامد: جذب (سطحی)، کلونیدها

۳۱۰	۱-۹. مقدمه
۳۱۰	۲-۹. اندازه‌گیری جذب
۳۱۱	۳-۹. جذب ماده‌ی حل‌شده در غلظت‌های پلاسما
۳۱۴	۴-۹. جذب ماده‌ی حل‌شده در غلظت‌های بالا
۳۱۵	۱-۴-۹. همدمای جذب مرکب
۳۱۸	۵-۹. جذب یون‌ها و دولایه‌ی الکتریکی
۳۱۸	۱-۵-۹. مدل هلمهولتز
۳۱۹	۲-۵-۹. مدل گوی-چپمن
۳۲۲	۳-۵-۹. مدل استرن
۳۲۳	۴-۵-۹. خلاصه
۳۲۳	۶-۹. الکتروسینتیک
۳۲۴	۷-۹. پراکنش‌های کلوییدی
۳۲۵	۱-۷-۹. کلویدهای حلال‌دوست و حلال‌گریز
۳۲۵	۲-۷-۹. آماده‌سازی پراکنش‌های کلوییدی
۳۲۷	۸-۹. خواص پراکنش‌های کلوییدی

۳۲۷	۱-۸-۹ . حرکت براونی
۳۲۸	۸-۹ . ۲ . پراکندگی نور
۳۳۱	۳-۸-۹ . اندازه گیری ذره
۳۳۳	۴-۸-۹ . اندازه گیری بار ذره
۳۳۵	۵-۸-۹ . پایداری کلوییدی
۳۳۶	۹-۹ . انعقاد کلویدهای حلال گریز به وسیله الکترولیت‌ها
۳۳۶	۱-۹-۹ . بار سطحی
۳۳۷	۲-۹-۹ . قانون رلز - هاردی
۳۳۸	۳-۹-۹ . پایداری پراکنش‌های کلوییدی - نظریه DLVO
۳۴۵	۴-۹-۹ . سینتیک انعقاد
۳۴۶	۵-۹-۹ . مرور مختص و محاربت‌های نظریه DLVO
۳۴۷	۶-۹-۹ . اندازه گیری نیروهای میان ذرات
۳۴۸	۱۰-۹ . تأثیرات حلال پوششی بر هم‌کنش‌های کلوییدی
۳۴۸	۱-۱۰-۹ . ساختار حلال در برهم‌کنش‌های ذره
۳۵۰	۲-۱۰-۹ . پایداری سازی استریک کلویدها
۳۵۰	۱۱-۹ . نانوذرات
۳۵۰	۱-۱۱-۹ . نانوعلوم و نانو فناوری
۳۵۳	۱۲-۹ . کانی‌های رسی
۳۵۴	۱-۱۲-۹ . ساختار کانی‌های رسی
۳۵۷	۲-۱۲-۹ . متورم شدن کانی‌های رسی
۳۵۹	۳-۱۲-۹ . پراکنش‌های کانی‌های رسی
۳۶۰	۱۳-۹ . فیلم‌های خود انباشت
۳۶۳	خلاصه
۳۶۵	منابع
۳۶۷	تمرین‌ها
	فصل ۱۰ - سطوح مشترک زیست‌شناختی
۳۶۸	۱-۱۰ . مقدمه
۳۶۸	۲-۱۰ . مواد سازنده غشا
۳۶۸	۱-۲-۱۰ . فسفولیپیدها

۳۷۲	۲-۲-۱۰. کلسترول
۳۷۳	۲-۲-۱۰. فسفولیپید + کلسترول
۳۷۳	۴-۲-۱۰. پروتئین‌های غشا
۳۷۶	۳-۱۰. دولایه‌ها
۳۷۶	۱-۳-۱۰. ساختار
۳۷۸	۲-۳-۱۰. خواص
۳۷۹	۴-۱۰. حفره‌ها و لیپوزم‌ها
۳۷۹	۱-۴-۱۰. خواص، انباشت فسفولیپید
۳۸۱	۲-۴-۱۰. ترابری حفره‌ها
۳۸۲	۳-۴-۱۰. ریس میکروسکوپ‌های الکترونی
۳۸۳	۴-۴-۱۰. کاربردها
۳۸۳	۵-۱۰. غشای سلول‌ها
۳۸۳	۱-۵-۱۰. ترکیب
۳۸۴	۲-۵-۱۰. ساختار
۳۸۶	۳-۵-۱۰. وظیفه: ترابری انتخابی
۳۹۰	۴-۵-۱۰. تأثیرات ترسازها
۳۹۱	۶-۱۰. تشخیص مولکولی
۳۹۱	۱-۶-۱۰. ماهیت برهم‌کنش
۳۹۲	۲-۶-۱۰. ثابت تجمع
۳۹۴	۳-۶-۱۰. کاربرد فنون سطحی
۳۹۵	۷-۱۰. ترساز شش
۳۹۵	۱-۷-۱۰. ترساز طبیعی شش: ترکیب و عمل
۳۹۵	۳-۷-۱۰. فعالیت سطحی ترساز شش
۳۹۶	۸-۱۰. آئروسول‌ها در سامانه‌ی تنفسی
۳۹۷	۱-۸-۱۰. سامانه‌ی تنفسی و آلودگی جوی
۳۹۸	۲-۸-۱۰. کاربرد درمان‌شناسی آئروسول‌ها
۳۹۹	۹-۱۰. چسبندگی باکتری‌ها به سطوح
۴۰۱	خلاصه
۴۰۳	منابع

۴۰۵	تمرین‌ها
-----	----------

فصل ۱۱. سطوح جامدات

۴۰۶	۱-۱۱. زبری سطح
۴۰۸	۲-۱۱. روش‌های تعیین زبری سطح
۴۱۸	۳-۱۱. داده‌های مربوط به زبری سطح
۴۲۲	۴-۱۱. تخلخل سطح
۴۲۵	۵-۱۱. تغییر در سرتاسر سطح مشترک
۴۳۳	۶-۱۱. تغییرات در امتداد سطح مشترک
۴۴۱	۷-۱۱. انرژی سطحی و اجزای آن
۴۴۶	۸-۱۱. بحث درباره‌ی اندازه‌گیری‌های انرژی سطحی جامدات
۴۵۲	۹-۱۱. انرژی یوستی
۴۵۸	۱۰-۱۱. فصل مشترک جامد - مایع
۴۶۰	۱۱-۱۱. خردایش سطوح جدید
۴۶۷	۱۲-۱۱. لایه‌های مرزی ساکن
۴۷۱	۱۳-۱۱. ساختن چندلایه‌ها
۴۷۴	منابع

فصل ۱۲. تاریخچه‌ی ترسازها

۴۸۰	۱-۱۲. تاریخچه و کاربردهای ترسازها
۴۸۰	۱-۱-۱۲. مقدمه
۴۸۲	۲-۱-۱۲. خواص و معیارهای دیگری که انتخاب ترساز را تحت تأثیر قرار می‌دهند
۴۸۴	۳-۱-۱۲. کاربردهای ترسازها

فصل ۱۳. نظریه‌ی اصلی

۴۹۶	۱-۱۳. ساختار مولکولی ترسازها
۴۹۸	۱-۲-۱۳. کشش سطحی
۵۰۰	۲-۲-۱۳. کشش میان‌وجهی
۵۰۱	۳-۲-۱۳. کاهش سطح و کشش میان‌وجهی

۵۰۴	۱۳-۲-۴. روش‌های آزمایش برای اندازه‌گیری‌های کشش سطحی و کشش میان‌وجهی
۵۰۶	۱۳-۳. انبوهه‌های ترساز خودانباشت
۵۰۷	۱۳-۳-۱. مایسل‌ها و غلظت مایسل بحرانی
۵۱۱	۱۳-۳-۲. ساختارها و اشکال انبوهه‌ها
۵۱۴	۱۳-۴. جذب ترسازها در سطوح
۵۱۴	۱۳-۴-۱. جذب در سطوح مشترک مایع - گاز و مایع - مایع
۵۱۶	۱۳-۴-۲. جذب در سطح مشترک مایع - جامد
۵۲۰	منابع

فصل ۱۴. نظریه‌ی کارب دی ترسازها

۵۲۳	۱۴-۱. مقدمه
۵۲۴	۱۴-۲. شویندگی
۵۲۴	۱۴-۲-۱. فرایندهای بنیادی
۵۲۶	۱۴-۲-۲. فرمول‌های اصلی شوینندگی و شویننده‌ها
۵۲۶	۱۴-۲-۳. جذب در سطح مشترک جامد - مایع
۵۳۱	۱۴-۲-۴. کشش سطحی و ترکندگی
۵۳۹	۱۴-۲-۵. اثر متقابل ترسازها با محتویات شویننده‌های دیگر
۵۴۰	۱۴-۳. رفتار فلزی ترسازها
۵۴۰	۱۴-۳-۱. مقدمه
۵۴۰	۱۴-۳-۲. فازهای ترسازها
۵۴۵	۱۴-۳-۳. تأثیر رفتار فازی بر شویندگی
۵۴۹	۱۴-۴. امولسیون‌ها
۵۴۹	۱۴-۴-۱. مقدمه
۵۴۹	۱۴-۴-۲. انواع امولسیون‌ها
۵۵۵	۱۴-۴-۳. شکستن امولسیون‌ها
۵۵۷	۱۴-۵. تشکیل فوم و فوم‌شکنی
۵۵۷	۱۴-۵-۱. مقدمه
۵۵۷	۱۴-۵-۲. تأثیرات پایدارساز در فوم‌ها
۵۵۹	۱۴-۵-۳. همبستگی قابلیت تشکیل فوم با پارامترهای میان‌وجهی

۵۶۳	۴-۵-۱۴ . کنترل فوم
۵۶۴	۶-۱۴ . جریان شناسی محلول های ترسازها
۵۶۴	۱-۶-۱۴ . مقدمه
۵۶۵	۲-۶-۱۴ . اصطلاحات جریان شناختی
۵۶۶	۳-۶-۱۴ . رفتار جریان شناختی محلول های تک پاری و مایسل های غیر برهم کنشی
۵۶۷	۴-۶-۱۴ . شبکه های درهم تنیده ی مایسل های میله مانند
۵۶۹	۵-۶-۱۴ . رفتار جریان شناختی فازهای دولایه ای
۵۷۲	منابع

فصل ۱۵. ترسازهای آنیونی

۵۷۶	۱-۱۵ . سولفونات ها
۵۷۸	۱-۱-۱۵ . سولفونات های الکالین
۵۷۸	۱-۱-۱-۱۵ . سولفونات آلکیل متیل خنثی
۵۸۵	۲-۱-۱-۱۵ . سولفونات های نفت
۵۸۸	۳-۱-۱-۱۵ . آلکیل دی فنیل اکسید دی سولفات ها
۵۸۹	۲-۱-۱۵ . سولفات های آلفا - اولفین
۵۹۳	۳-۱-۱۵ . سولفونات های بارافین
۵۹۵	۴-۱-۱۵ . متیل استرهای سولفونات دار
۵۹۸	۵-۱-۱۵ . اسیدهای چرب سولفونات دار
۶۰۰	۶-۱-۱۵ . سولفوساکسینات ها
۶۰۴	۲-۱۵ . سولفات ها
۶۰۴	۱-۲-۱۵ . آلکیل سولفات ها
۶۱۱	۲-۲-۱۵ . آلکیل اتر سولفات ها
۶۱۷	۳-۱۵ . استرهای فسفات
۶۱۹	۴-۱۵ . کربوکسیلات ها
۶۱۹	۱-۴-۱۵ . صابون
۶۲۲	۲-۴-۱۵ . اتر کربوکسیلات ها
۶۲۴	۳-۴-۱۵ . آسیل سارکوزینات ها
۶۲۵	۴-۴-۱۵ . آلکیل فتالات ها

۵۲۶	۱۵-۴-۵. ایزتونات‌ها
۵۲۷	۱۵-۴-۶. تورات‌ها
۵۲۹	منابع

فصل ۱۶. ترسازهای غیریونی

۶۳۰	۱۶-۱. مقدمه
۶۳۰	۱۶-۲. واکنش‌های عمومی آلکوکسیل‌شدن
۶۳۲	۱۶-۳. اتوکسیلات‌های آلکیل فنل
۶۳۴	۱۶-۴. اتوکسیلات‌های الکل چرب
۶۳۸	۱۶-۵. استرهای پلی‌اکس‌اتیلن اسیدهای چرب
۶۳۹	۱۶-۶. اتوکسیلات‌های متیل‌ستر
۶۳۹	۱۶-۷. بسپارهای مشترک، بلوک‌آمیید پلی‌آلکیلن
۶۴۱	۱۶-۸. اتوکسیلات‌های آمین
۶۴۲	۱۶-۹. آلکانول آمیدهای چرب
۶۴۴	۱۶-۱۰. اکسیدهای آمین
۶۴۶	۱۶-۱۱. استرهای الکل‌های پلی‌هیدریک و استرهای چرب
۶۴۶	۱۶-۱۲. استرهای گلیکول
۶۴۶	۱۶-۱۳. استرهای گلیسرول
۶۴۷	۱۶-۱۴. استرهای پلی‌گلیسرول
۶۴۷	۱۶-۱۵. استرهای انیدروهگزیتول
۶۴۹	۱۶-۱۶. استرهای پلی‌اکسی‌آلکیلن پلی‌یول
۶۵۰	۱۶-۱۷. آلکیل پلی‌گلیکوزیدها
۶۵۲	۱۶-۱۸. ترسازهای دو قلو
۶۵۳	منابع

فصل ۱۷. انواع ترسازهای دیگر

۶۵۵	۱۷-۱. کاتیونی
۶۵۵	۱۷-۱-۱. مقدمه و دورنما

۶۵۵	فرایندهای تولید	۲-۱-۱۷
۶۵۵	تهیه ی آمین	۱-۱-۱۷
۶۵۸	چهارتایی کردن ها	۲-۲-۱-۱۷
۶۵۹	کاربردهای ترسازهای کاتیونی	۳-۱-۱۷
۶۵۹	نرم کننده های پارچه	۱-۳-۱-۱۷
۶۶۴	نرم کننده های خشک کننده	۲-۳-۱-۱۷
۶۶۵	عوامل نرم کننده	۳-۳-۱-۱۷
۶۶۵	مسابازی مو	۴-۳-۱-۱۷
۶۶۶	شونده ها	۵-۳-۱-۱۷
۶۶۷	علیظ کننده ها	۶-۳-۱-۱۷
۶۶۸	پاک کردن سطح سخت	۷-۳-۱-۱۷
۶۶۸	رس های آلی	۸-۳-۱-۱۷
۶۶۹	کاربردهای صنعتی ترسازهای کاتیونی	۴-۱-۱۷
۶۶۹	کاهش کششی	۱-۴-۱-۱۷
۶۷۰	کاربردها در میادین نفت	۲-۴-۱-۱۷
۶۷۱	منابع	
۶۷۵	ترسازهای آمفوتری	۲-۱۷
۶۷۵	مقدمه	۱-۲-۱۷
۶۷۵	آمینو پروپیونات ها و ایمینودی پروپیونات ها	۲-۲-۱۷
۶۷۸	ترسازهای آمفوتر بر پایه ی ایمیدازولین	۳-۲-۱۷
۶۷۹	آمفواستات ها	۱-۳-۲-۱۷
۶۸۲	آمفوپروپیونات ها	۲-۳-۲-۱۷
۶۸۵	آمفوهیدروکسی پروپیل سولفونات ها	۳-۳-۲-۱۷
۶۸۶	ترسازهای بتائین	۴-۲-۱۷
۶۹۰	آمفوترهای دیگر بر پایه ی کلرواستات سدیم	۱-۴-۲-۱۷
۶۹۱	سولتائین ها (سولفوبتائین ها)، هیدروکسی سولتائین ها و آمفوترهای سولفونات دار	۲-۴-۲-۱۷
۶۹۲	ترسازهای آمفوتر دیگر	۵-۲-۱۷
۶۹۲	فسفو بتائین ها و فسفر آمفوترها	۱-۵-۲-۱۷
۶۹۳	منابع	

۶۹۴	۳-۱۷. ترسازهای سیلیکونی
۶۹۴	۱-۳-۱۷. مقدمه
۶۹۵	۲-۳-۱۷. ساختارها
۶۹۷	۳-۳-۱۷. ساخت ترسازهای سیلیکونی
۷۰۰	۴-۳-۱۷. پایداری هیدرولیتیکی
۷۰۰	۵-۳-۱۷. فعالیت سطحی
۷۰۲	۶-۳-۱۷. ترکندگی
۷۰۳	۷-۳-۱۷. رفتار فازی
۷۰۶	۸-۳-۱۷. رسانندگی
۷۰۷	۹-۳-۱۷. کاربردها
۷۰۷	۱-۹-۳-۱۷. تولید پلی‌ارامید
۷۰۷	۲-۹-۳-۱۷. بهداشت و خصوصیات
۷۰۸	۳-۹-۳-۱۷. امولسیون‌سازی
۷۰۹	۴-۹-۳-۱۷. CO ₂ آبربرانی
۷۰۹	۵-۹-۳-۱۷. جوهرها، رنگها و پوشش‌ها
۷۱۰	۶-۹-۳-۱۷. کنترل فوم
۷۱۱	۷-۹-۳-۱۷. محصولات نساجی
۷۱۱	منابع
۷۱۵	۴-۱۷. ترسازهای قابل‌بسپارش
۷۱۵	۱-۴-۱۷. مقدمه
۷۱۵	۲-۴-۱۷. ترسازهای واکنش‌پذیر
۷۱۶	۱-۲-۴-۱۷. تک‌پارهای عامل‌دار
۷۲۰	۲-۲-۴-۱۷. آغازگرهای فعال سطحی
۷۲۳	۳-۲-۴-۱۷. عوامل انتقال فعال سطحی
۷۲۶	۴-۲-۴-۱۷. ترسازهای قابل‌بسپارش
۷۳۶	۳-۴-۱۷. بسپارش امولسیون
۷۳۷	۱-۳-۴-۱۷. فرایندها و کاربردهای صنعتی
۷۳۸	۲-۳-۴-۱۷. ترسازهای قابل‌بسپارش در بسپارش امولسیون
۷۳۹	منابع

۷۴۲	۱۷ - ۵ . ترسازهای فلوئوردار
۷۴۲	۱۷ - ۵ - ۱ . مقدمه
۷۴۲	۱۷ - ۵ - ۲ . کاربردها
۷۴۳	۱۷ - ۵ - ۳ . نظریه‌ی کاربردی
۷۴۷	۱۷ - ۵ - ۴ . ملاحظات زیست محیطی
۷۴۸	۱۷ - ۵ - ۵ . آخرین توسعه‌ها
۷۵۱	۱۷ - ۶ . زیست‌تباهی ترسازها
۷۵۲	۱۷ - ۷ . واحدهای تصفیه‌ی فاضلاب
۷۵۳	۱۷ - ۸ . اندازه‌گیری زیست‌تباپذیری
۷۵۵	منابع

۷۵۶	فصل ۱۸ . تولیدکنندگان ترسازها
	واژگان انگلیسی - فارسی
	واژگان فارسی - انگلیسی
	نمایه‌ها