

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

press.um.ac.ir

press.um.ac.ir



مبانی شیمی سطح و حالت جامد

انتشارات
۷۳۷

press.um.ac.ir

دکتر علی نخعی پور
استاد دانشگاه فردوسی مشهد



سرشناسه:	نخعی پور، علی، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور:	مبانی شیمی سطح و حالت جامد/ علی نخعی پور؛ ویراستار علمی محمد ایزدیار.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری:	۲۶۰ ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۷۳۷.
شابک:	ISBN: 978-964-386-427-9
وضعیت فهرست‌نویسی:	فاپا.
یادداشت:	پشت جلد به انگلیسی:
یادداشت:	کتابنامه، نمایه.
موضوع:	شیمی رویه‌ها
موضوع:	شیمی حالت جامد
موضوع:	سطح مشترک (فیزیک)
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات
رده‌بندی کنگره:	QD ۵۰۶
رده‌بندی دیویی:	۵۴۱/۳۳
شماره کتابشناسی ملی:	۵۸۳۵۸۶۵
یادداشت:	Ali Nakhaei Pour. Introduction to surface and solid state chemistry.
موضوع:	Surface chemistry
موضوع:	Solid state chemistry
موضوع:	Interfaces (Physical sciences)

مبانی شیمی سطح و حالت جامد

پدیدآورنده: دکتر علی نخعی پور
 ویراستار علمی: دکتر محمد ایزدیار
 مشخصات: وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ دوم، زمستان ۱۴۰۲ (اول، ۱۳۹۸)
 چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
 بها: ۱/۹۵۰/۰۰۰ 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، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن بست
 گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: 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.....	۱۱
فصل ۱: کشش سطحی و خاصیت مویینگی.....	۱۳
۱-۱ مقدمه.....	۱۳
۲-۱ سطح مشترک بین دو فاز.....	۱۴
۳-۱ مفهوم کشش سطحی.....	۱۵
۴-۱ معادله لاپلاس - یانگ.....	۱۸
۵-۱ بررسی ترمودینامیکی سطح مشترک دو فاز.....	۲۰
۱-۵-۱ مفهوم ترمودینامیکی کشش سطحی.....	۲۰
۲-۵-۱ خواص ترمودینامیکی سطح.....	۲۱
۳-۵-۱ هم‌دمای جذب سطحی گیس.....	۲۳
۶-۱ عوامل مؤثر بر کشش سطحی مایعات.....	۲۵
۱-۶-۱ دمای مایع.....	۲۵
۲-۶-۱ غلظت حل‌شونده در حلال.....	۲۷
۷-۱ تأثیر انواع حل‌شونده‌ها بر کشش سطحی آب.....	۲۹
۸-۱ تأثیرات کشش سطحی بر رفتار مایعات.....	۳۱
۱-۸-۱ شناوری بر سطح مایع.....	۳۱
۲-۸-۱ تأثیر انحناى سطح مشترک بر اختلاف فشار دو فاز مجاور (معادله گیس - تامسون).....	۳۲
۳-۸-۱ پدیده ترشوندگی و زاویه تماسی (مجاورت سه فاز مختلف در کنار هم).....	۳۴
۴-۸-۱ اثر مویینگی.....	۳۶
۵-۸-۱ تغییر در فشار بخار قطرات مایع (معادله کلونین).....	۳۹
۶-۸-۱ تأثیر کشش سطحی بر میعان مایع.....	۴۰
۷-۸-۱ تأثیر کشش سطحی بر فرایند رسوب‌گیری ذرات جامد از محلول.....	۴۱
۹-۱ روش‌های اندازه‌گیری کشش سطحی مایعات.....	۴۵

- ۴۵..... ۱-۹-۱ تعیین ارتفاع موینگی مایع.....
- ۴۶..... ۲-۹-۱ روش قطره سنجی.....
- ۴۸..... ۳-۹-۱ روش ورقه و بلهلمی.....
- ۵۰..... ۴-۹-۱ روش حلقه دو نوی.....
- ۵۱..... ۵-۹-۱ روش قطره چرخان.....

فصل ۲: ساختار جامدات بلورین..... ۵۵

- ۵۵..... ۱-۲ مقدمه.....
- ۵۶..... ۲-۲ ساختار بلورین.....
- ۵۸..... ۳-۲ رده بندی بلورها.....
- ۶۰..... ۴-۲ مشخصات سیستم های بلوری.....
- ۶۴..... ۵-۲ تقارن در ساختارهای بلوری.....
- ۷۱..... ۶-۲ تعیین مختصات بلور.....
- ۷۱..... ۱-۶-۲ تعیین موقعیت طرح های ساختاری در بلور.....
- ۷۳..... ۲-۶-۲ تعیین جهت ها.....
- ۷۵..... ۳-۶-۲ صفحات بلوری.....
- ۸۱..... ۴-۶-۲ موقعیت یک راستا نسبت به یک صفحه در بلور.....
- ۸۱..... ۵-۶-۲ تعیین چگالی سطحی صفحات بلور.....
- ۸۲..... ۷-۲ پراش پرتو ایکس از صفحات بلورها.....
- ۸۲..... ۱-۷-۲ دستیابی به معادله براگ.....
- ۸۵..... ۲-۷-۲ پراش پرتو ایکس تک بلور و پودری.....
- ۸۷..... ۳-۷-۲ جهت ها و شدت پرتو ایکس.....
- ۹۰..... ۴-۷-۲ تعیین اندازه ذرات با استفاده از پراش پرتو ایکس.....
- ۹۲..... ۸-۲ نقایص بلوری.....
- ۹۳..... ۱-۸-۲ نقص های نقطه ای.....
- ۹۴..... ۱-۱-۸-۲ نقایص جای خالی.....
- ۹۵..... ۲-۱-۸-۲ نقص بین شبکه ای یا بین نشینی.....
- ۹۵..... ۳-۱-۸-۲ نقص جایگزینی.....
- ۹۶..... ۴-۱-۸-۲ نقص ناخالصی درزی.....

۹۷.....	۵-۱-۸-۲ نقایص نقطه‌ای در سرامیک‌ها و ساختارهای یونی.....
۹۸.....	۲-۸-۲ نقایص خطی.....
۹۹.....	۱-۲-۸-۲ جابه‌جایی‌های لبه‌ای.....
۱۰۰.....	۲-۲-۸-۲ جابه‌جایی پیچشی.....
۱۰۱.....	۳-۲-۸-۲ جابه‌جایی مخلوط.....
۱۰۱.....	۳-۸-۲ نقایص سطحی.....
۱۰۲.....	۱-۳-۸-۲ نقایص در سطوح خارجی بلور.....
۱۰۴.....	۲-۳-۸-۲ نقص مرز دانه.....
۱۰۵.....	۳-۳-۸-۲ نقص در چینش.....
۱۰۶.....	۴-۳-۸-۲ مرزهای دوگانه.....
۱۰۶.....	۴-۸-۲ نقایص حجمی یا توده‌ای.....
۱۰۷.....	۹-۲ انرژی‌های پیوستگی در جامدات بلورین.....
۱۰۷.....	۱-۹-۲ بلورهای فلزی.....
۱۰۷.....	۱-۱-۹-۲ انرژی پیوستگی بلورهای فلزی.....
۱۰۸.....	۲-۱-۹-۲ نظریه الکترون آزاد در فلزات.....
۱۱۱.....	۲-۹-۲ بلورهای یونی.....
۱۱۱.....	۱-۲-۹-۲ انرژی پیوستگی بلورهای یونی.....
۱۱۲.....	۲-۲-۹-۲ محاسبه نظری انرژی پیوستگی بلورهای یونی.....
۱۱۴.....	۳-۲-۹-۲ محاسبه شعاع‌های یونی.....
۱۱۶.....	۳-۹-۲ جامدات بلورین کووالانسی.....
۱۱۶.....	۱-۳-۹-۲ نظریه نوار در جامدات بلورین.....
۱۱۷.....	۲-۳-۹-۲ انواع جامدات از نظر هدایت الکتریکی.....
۱۱۸.....	۱۰-۲ انرژی آزاد سطحی در جامدات.....

فصل ۳: انجام واکنش‌های شیمیایی بر روی سطح جامدات..... ۱۲۳

۱۲۳.....	۱-۳ انجام واکنش‌ها بر روی سطح جامدات.....
۱۲۴.....	۲-۳ مراحل انجام یک واکنش ناهمگن یا تماسی.....
۱۲۵.....	۳-۳ فرایندهای نفوذ در واکنش‌های سطحی.....
۱۲۷.....	۱-۳-۳ محدودیت‌های نفوذ درون‌دانه کاتالیزور.....

- ۱۲۷..... ۱-۱-۳-۳ بررسی ساختار منافذ جامدات.....
- ۱۳۱..... ۲-۱-۳-۳ تأثیر نفوذ درون دانه‌ای بر سرعت واکنش روی سطح.....
- ۱۳۳..... ۳-۱-۳-۳ بررسی ضریب نفوذ مؤثر به درون منافذ کاتالیزور.....
- ۱۳۶..... ۴-۱-۳-۳ بررسی ضریب کارایی یا ضریب تأثیر، η
- ۱۳۹..... ۲-۳-۳ محدودیت‌های نفوذ بیرون دانه کاتالیزور.....
- ۱۴۲..... ۳-۳-۳ روش‌های شناخت محدودیت‌های نفوذی.....
- ۱۴۳..... ۴-۳ جذب سطحی.....
- ۱۴۴..... ۱-۴-۳ نیروی محرکه فرایند جذب سطحی.....
- ۱۴۵..... ۲-۴-۳ انواع جذب سطحی.....
- ۱۴۵..... ۱-۲-۴-۳ جذب سطحی فیزیکی.....
- ۱۴۷..... ۲-۲-۴-۳ جذب سطحی شیمیایی.....
- ۱۵۰..... ۳-۴-۳ هم‌دمای‌های جذب سطحی.....
- ۱۵۳..... ۱-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی لانگمویر.....
- ۱۵۴..... ۲-۳-۴-۳ دستیابی به هم‌دمای جذب سطحی لانگمویر برای جذب تجمعی.....
- ۱۵۶..... ۳-۳-۴-۳ مفهوم میزان پوشش در هم‌دمای جذب سطحی لانگمویر.....
- ۱۵۷..... ۴-۳-۴-۳ بررسی ثابت ترمودینامیکی جذب سطحی لانگمویر.....
- ۱۵۹..... ۵-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی لانگمویر برای جذب سطحی رقابتی گونه‌های مختلف.....
- ۱۶۲..... ۶-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی لانگمویر برای جذب سطحی تجزیه‌ای.....
- ۱۶۲..... ۷-۳-۴-۳ بررسی هم‌دمای لانگمویر با استفاده از نظریه جنبشی گازها.....
- ۱۶۷..... ۸-۳-۴-۳ تعیین انتالی جذب سطحی.....
- ۱۶۹..... ۹-۳-۴-۳ اشکالات هم‌دمای لانگمویر.....
- ۱۶۹..... ۱۰-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی هنری.....
- ۱۷۰..... ۱۱-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی تمکین.....
- ۱۷۱..... ۱۲-۳-۴-۳ ارزیابی پارامترهای هم‌دمای تمکین با استفاده از هم‌دمای لانگمویر.....
- ۱۷۳..... ۱۳-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی فرندلیچ.....
- ۱۷۵..... ۱۴-۳-۴-۳ ارزیابی پارامترهای هم‌دمای فرندلیچ با استفاده از هم‌دمای لانگمویر.....
- ۱۷۶..... ۱۵-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی سیس.....
- ۱۷۷..... ۱۶-۳-۴-۳ هم‌دمای جذب سطحی BET.....
- ۱۸۰..... ۱۷-۳-۴-۳ محدوده استفاده از هم‌دمای مختلف.....
- ۱۸۱..... ۵-۳ انجام واکنش بر روی سطح کاتالیزورهای تماسی.....

۱۸۲.....	۱-۵-۳ مکانیسم لانگمویر- هینشل وود.....
۱۸۳.....	۲-۵-۳ مکانیسم ایلی- ریدل.....
۱۸۴.....	۳-۵-۳ مقایسه مکانیسم‌های ایلی- ریدل و لانگمویر- هینشل وود.....
۱۸۵.....	۴-۵-۳ تأثیر میزان پوشش سطح بر انجام واکنش بر روی سطح.....
۱۸۵.....	۱-۴-۵-۳ تأثیر میزان پوشش سطح بر واکنش تک‌مولکولی سطحی.....
۱۸۸.....	۲-۴-۵-۳ تأثیر میزان پوشش سطح بر واکنش چندمولکولی سطحی.....
۱۹۰.....	۵-۵-۳ تأثیر گرمای جذب سطحی بر انجام واکنش بر روی سطح.....
۱۹۲.....	۶-۳ دفع سطحی.....
۱۹۳.....	۷-۳ بیان چند اصطلاح.....
۱۹۳.....	۱-۷-۳ میزان تبدیل واکنشگرها.....
۱۹۳.....	۲-۷-۳ میزان تبدیل در مقیاس مکان‌های فعال TOF و TON.....
۱۹۷.....	فصل ۴: روش‌های بررسی خصوصیات شیمی فیزیکی جامدات و سطوح آن‌ها.....
۱۹۷.....	۱-۴ مقدمه.....
۱۹۷.....	۲-۴ هم‌دماهای جذب و دفع سطحی بر روی سطوح جامدات.....
۱۹۹.....	۲-۴ اندازه‌گیری سطوح جامد به روش جذب فیزیکی گازها.....
۲۰۲.....	۳-۴ اندازه‌گیری ابعاد ذرات جامد با استفاده از سطح آن.....
۲۰۳.....	۴-۴ بررسی ساختار منافذ جامدات با استفاده از جذب و دفع فیزیکی گازها.....
۲۰۳.....	۱-۴-۴ ساختار منافذ جامدات.....
۲۰۴.....	۲-۴-۴ بررسی پدیده هیستریزس.....
۲۰۷.....	۳-۴-۴ اصول اندازه‌گیری تخلخل جامدات به روش تراکم گازها.....
۲۱۰.....	۵-۴ استفاده از تخلخل سنج جیوه‌ای برای بررسی سطح و تخلخل جامدات.....
۲۱۲.....	۱-۵-۴ اندازه‌گیری سطح با استفاده از تخلخل سنج جیوه‌ای.....
۲۱۳.....	۲-۵-۴ بررسی منافذ جامدات با استفاده از تخلخل سنج جیوه‌ای.....
۲۱۴.....	۶-۴ روش‌های برنامه‌ریزی شده دمایی.....
۲۱۵.....	۱-۶-۴ روش‌های دفع برنامه‌ریزی شده دمایی.....
۲۱۷.....	۱-۱-۶-۴ بررسی اسیدیتته سطحی جامدات به روش دفع برنامه‌ریزی دمایی.....
۲۱۸.....	۲-۱-۶-۴ اندازه‌گیری سطح فعال کاتالیزورها به روش دفع برنامه‌ریزی دمایی.....
۲۲۰.....	۲-۶-۴ کاهش برنامه‌ریزی شده دمایی (TPR).....

- ۲۲۰..... ۱-۲-۶-۴ بررسی ترمودینامیکی فرایند کاهش.....
- ۲۲۱..... ۲-۲-۶-۴ مکانیسم‌های کاهش اکسیدهای فلزی.....
- ۲۲۳..... ۳-۲-۶-۴ سرعت فرایند کاهش برنامه‌ریزی شده دمایی.....
- ۲۲۴..... ۷-۴ روش‌های طیف‌سنجی برای بررسی ساختار جامدات.....
- ۲۲۴..... ۱-۷-۴ روش‌های پراش از سطوح جامدات.....
- ۲۲۴..... ۱-۱-۷-۴ پراش پرتو ایکس (XRD).....
- ۲۲۹..... ۲-۱-۷-۴ پراش الکترونی کم‌انرژی (LEED).....
- ۲۳۳..... ۲-۷-۴ میکروسکوپ الکترونی.....
- ۲۳۴..... ۱-۲-۷-۴ میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM).....
- ۲۳۵..... ۲-۲-۷-۴ میکروسکوپ عبور الکترونی (TEM).....
- ۲۳۸..... ۳-۲-۷-۴ پراکندگی انرژی پرتو ایکس (EDX).....
- ۲۴۰..... ۳-۷-۴ طیف‌سنجی فوتو الکترون با پرتو ایکس (XPS) و الکترون اوژم.....
- ۲۴۶..... ۴-۷-۴ میکروسکوپ روبشی پروبی.....
- ۲۴۸..... ۱-۴-۷-۴ میکروسکوپ تونلی روبشی (STM).....
- ۲۵۰..... ۲-۴-۷-۴ میکروسکوپ‌های نیروی اتمی (AFM).....
- ۲۵۲..... ۸-۴ مقایسه روش‌های مختلف بررسی ساختار جامدات.....
- ۲۵۵..... **پیوست‌ها**
- ۲۵۹..... **نمایه**

پیشگفتار

کتاب پیش‌روی حاصل سال‌ها تجربه کار تحقیقاتی، آموزشی و صنعتی این‌جانب در زمینه توسعه کاتالیزورهای صنعتی در صنعت نفت و مراکز پژوهشی و دانشگاهی است. با وجود چاپ کتاب‌های متعدد در زمینه شیمی سطح و حالت جامد، کتابی جامع به زبان فارسی که اصول واکنش‌های سطحی و حالت جامد را به‌نحو مناسبی پوشش دهد، تاکنون منتشر نشده است. لذا بر آن شدیم تا خلأ موجود را با انتشار کتاب حاضر برطرف سازیم. این کتاب در چهار فصل جمع‌آوری و تألیف شده که هر فصل به یکی از موضوعات اساسی شیمی سطح و حالت جامد پرداخته است. از آنجاکه در کتاب‌های شیمی سطح موجود در زبان فارسی موضوع روش‌های اندازه‌گیری کشش سطحی مورد توجه قرار نگرفته است، در فصل اول کتاب، اصول کشش سطحی مایعات و روش‌های اندازه‌گیری آن بیان شده است. در فصل دوم، ساختار جامدات و شیمی حالت جامد مدنظر قرار گرفته و مطالب بسیار گسترده‌ای را در زمینه بررسی ساختار و تقارن جامدات به رشته تحریر درآمده است. در فصل سوم، به موضوع انجام واکنش‌ها بر روی سطح پرداخته شده و پدیده‌های انتقال جرم مانند نفوذ به درون منافذ جامد که در عمل بر روی کاتالیزورهای صنعتی اتفاق می‌افتد تشریح شده‌اند. این مبحث در مراجع فارسی مرتبط با شیمی سطح کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در فصل چهارم، به بررسی روش‌های شناسایی ساختارهای جامد پرداخته‌ایم و تکنیک‌های متداول در این زمینه را بررسی کرده‌ایم. این روش‌ها برای شناسایی نانو ساختارها استفاده می‌شود.

مطالعه این کتاب به کلیه علاقه‌مندان علم سطح و کاتالیزورهای جامد از جمله دانشجویان شیمی، مهندسی شیمی و مواد توصیه می‌شود. همچنین مطالعه این کتاب برای پژوهشگرانی که در زمینه نانو ساختارها و نانوذرات مشغول کارهای تحقیقاتی هستند، خالی از لطف نیست. قابل ذکر است از آنجاکه این اولین چاپ کتاب است، قطعاً بدون اشکال نیست. بنابراین ارائه پیشنهادها و انتقادات خوانندگان محترم به‌منظور بهبود کیفیت کتاب در نگارش چاپ‌های بعدی بسیار مفید خواهد بود.

در پایان لازم می‌دانم از تمامی همراهان ارجمندی که در مسیر شکل‌گیری ایده‌های نخستین تا تألیف و انتشار این اثر به شیوه‌های مختلف یاری رسانده‌اند، قدردانی کنم. و تشکر خود را از آقای دکتر محمد ایزدیار که زحمت ویرستاری علمی کتاب را متقبل شده‌اند، همچنین خانم هانیه اسدپور بابت ویراستاری ادبی و نیز مدیریت ارجمند و کارکنان محترم مدیریت نشر دانشگاه فردوسی مشهد به جهت آماده‌سازی، چاپ و نشر اثر، ابراز می‌دارم.

علی نخعی پور

بهار ۱۳۹۸

press.um.ac.ir