



دانشگاه کردستان

# بلورشناسی هندسی

## و

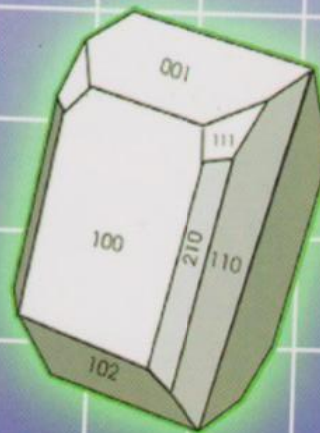
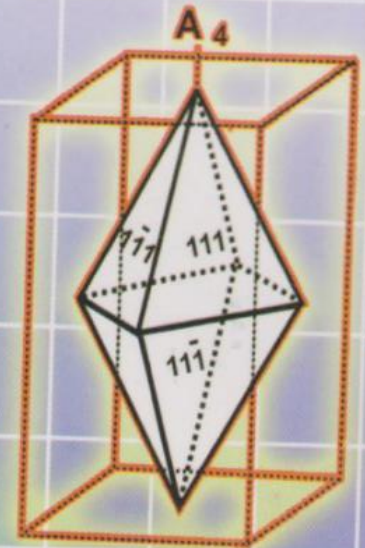
# خواص نوری بلورها

تالیف:

دکتر حسین معین وزیری

دکتر حسین عزیزی

مهندس حسین علی الهی مهر



بسم الله الرحمن الرحيم

# بلورشناسی هندسی و

# خواص نوری بلورها

دکتر حسین معین وزیری

دکتر حسین عزیزی

مهندس حسین علی الهی مهر

سال ۱۳۸۴



معین وزیری، حسین، ۱۳۱۳ -  
 بلورشناسی هندسی و خواص نوری بلورها / حسین معین وزیری، حسین عزیزی،  
 حسین علی الهی مهر. - قم: ماه حرا، ۱۳۸۴.  
 ۱۵۲ ص: مصور، جدول، نمودار.  
 ISBN: 964-96619-3-X ریال ۱۸۵۰۰  
 فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.  
 کتابنامه: ص. ۱۵۱.

۱. بلورشناسی ریاضی. ۲. بلورها -- خواص نوری. الف. عزیزی، حسین، ۱۳۴۵ -  
 ب. الهی مهر، حسین علی، ۱۳۲۴ - ج. عنوان، د. عنوان: خواص نوری بلورها.

۵۴۸ / ۸۱

۷۶ م ۶۵ / ۲ / ۹۰۵ QD

۴۶۳۷۱ - ۸۴ م

کتابخانه ملی ایران

### شناسنامه کتاب

|               |  |
|---------------|--|
| نام کتاب :    | بلورشناسی هندسی و خواص نوری بلورها   |
| مؤلفان :      | دکتر حسین معین وزیری، دکتر حسین عزیزی و مهندس حسینعلی الهی مهر                         |
| چاپ اول :     | سال ۱۳۸۴   |
| تیراژ :       | دو هزار ( ۲۰۰۰ ) جلد   |
| تعداد صفحات : | ۱۵۲ صفحه   |
| طراحی جلد :   | فاروق ایزدی  |
| نوبت چاپ :    | اول / دی ۱۳۸۴  |
| شابک :        | X - ۳ - ۹۶۶۱۹ - ۹۶۴  |
| صحافی :       | منتظرالمهدی (ع)  |
| صفحه آرای :   | مؤسسات انتشاراتی حرا ( ۶۸۶۲ ۲۵۲ ۹۱۲ و ۲، ۲۹۱۲۸۹۱ و ۰۲۵۱ ۶۶۲۷۷۸۷ و ۰۸۷۱ )               |
| چاپ :         | فاضل / قم : ۷۷۴۵۵۸۷ - ۰۲۵۱   |
| لیتوگرافی :   | اهل بیت (ع) ۷۷۴۳۹۵۴ - ۰۲۵۱   |
| قطع :         | وزیری  |
| ناشر :        | ماه حرا / قم - بلوار امین - بلوار جمهوری اسلامی - جنب راه آهن خیابان رسالت ۷ - پلاک ۵۶ |
| قیمت :        | تلفن ۲، ۲۹۱۲۸۹۱ و ۰۲۵۱ ۶۸۶۲ ۲۵۲ ۹۱۲ تلفن همراه   |
|               | ۱۸۵۰ تومان   |

حق چاپ برای ناشر محفوظ است .



## یادگاری

### برای

### دانشجویان

### عزیزان

مباحث بخش دوم یعنی فلورشناسی نوری بر اساس فلورشناسی هفتسی پایه گذاری شده و این فرآیند موفقیت در یادگیری بخش دوم این کتاب، اشراق بر مطالب بخش اول است. بر چند سال ها مطالب این کتاب در دانشگاهها تدریس شده و اشکالات آن برطرف شده و با وجود این از همکاران محترم و دانشجویان عزیز تمنا می شود نظرات اصلاحی خود را به مؤلفین منعکس نمایند تا در چاپ های بعدی مورد توجه قرار گیرد. در تهیه خود بر داکتر از آقای دکتر وولفی عابدینی استاد محترم دانشگاه شهید بهشتی به خاطر همکاری این کتاب و حوصله معاونت پژوهشی دانشگاه گرامسنت سوریه جناب آقای دکتر مایس و جناب آقای دکتر سی و سه مرده تشکر و قدرتی نمایم.

مؤلفین

۱۳۸۷

کتابی که پیش روی خود دارید حاصل ده‌ها سال تجربه آموزشی است. این کتاب طبق سرفصل‌های مصوب ستاد انقلاب فرهنگی برای رشته‌های زمین‌شناسی و معدن تدوین شده به علاوه می‌تواند مورد استفاده دانشجویان فیزیک نیز قرار گیرد. مشاهدات روزمره نشان داده که بعضی از زمین‌شناسان جوان غالب کانی‌ها را نمی‌شناسند؛ پاره‌ای از پترولوژیست‌ها کانی‌ها را در زیر میکروسکوپ تشخیص نمی‌دهند و فقط با نتایج تجزیه‌های شیمیایی سنگ‌ها سرگرم هستند، عده زیادی از دانشجویان زمین‌شناسی به درستی از پلاریزاسیون و انترفرانس نورپلاریزه سر در نمی‌آورند. این نقطه ضعف که در آزمایشگاه‌های کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی به چشم می‌خورد اگر هرچه زودتر برطرف نگردد روزی خواهد رسید که از میکروسکوپ پلاریزان که امروز تنها وسیله تحقیق در آزمایشگاه‌ها است نتوانیم درست استفاده کنیم. در بخش اول این کتاب، اصول بلورشناسی هندسی و رده‌های مختلف تبلور با زبانی ساده به کمک شکل‌های گویا توضیح داده شده است و در بخش دوم خواص نوری بلورها بدون توجه به ترکیب شیمیایی آنها مطرح گردیده است. از آنجایی که مباحث بخش دوم یعنی بلورشناسی نوری بر اساس بلورشناسی هندسی پایه‌گذاری شده، پس شرط موفقیت در یادگیری بخش دوم این کتاب، اشراف بر مطالب بخش اول است.

هر چند سال‌ها مطالب این کتاب در دانشگاه‌ها تدریس شده و اشکالات آن برطرف شده، با وجود این از همکاران محترم و دانشجویان عزیز تمنا می‌شود نظرات اصلاحی خود را به مؤلفین منعکس نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.

وظیفه خود می‌دانیم از آقای دکتر وثوقی عابدینی استاد محترم دانشگاه شهید بهشتی به خاطر ویرایش این کتاب و حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه کردستان بویژه جناب آقای دکتر سلیمی و جناب آقای دکتر سی و سه مرده تشکر و قدردانی نماییم.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

|    |  |
|----|--|
| ۱۱ | بخش اول : بلورشناسی هندسی                |
| ۱۱ | مقدمه                                    |
| ۱۳ | فصل اول : اختصاصات مواد متبلور           |
| ۱۳ | مقدمه                                    |
| ۱۴ | ۱-۱- خصوصیات فیزیکی بلورها               |
| ۱۵ | ۲-۱- شبکه تبلور                          |
| ۱۶ | ۳-۱- واحد شبکه تبلور ( سلول اولیه شبکه ) |
| ۱۷ | ۴-۱- هفت سیستم تبلور                     |
| ۲۱ | ۵-۱- تعریف یک خانواده سطوح شبکه‌ای       |
| ۲۳ | فصل دوم : تبلور و رشد بلورها             |
| ۲۳ | ۱-۲- تبلور                               |
| ۲۴ | ۲-۲- رشد بلورها                          |
| ۲۵ | ۳-۲- نیروی رشد یا نیروی جذب ذره‌ای       |
| ۲۶ | ۴-۲- عوامل مؤثر در رشد بلورها            |
| ۲۷ | ۵-۲- بلورهای دارای ساختمان منطقه‌ای      |
| ۲۸ | ۶-۲- علت تنوع شکل در بلورهای یک سیستم    |
| ۳۰ | ۷-۲- از شکل افتادگی بلورها               |
| ۳۰ | ۱-۷-۲- درجه تمرکز و تراکم مواد           |
| ۳۲ | ۲-۷-۲- تأثیر حرارت                       |
| ۳۲ | ۳-۷-۲- درجه خلوص محلول                   |

|         |  |
|---------|--|
| ۳۳..... | فصل سوم : قوانین اصلی بلورشناسی .....                |
| ۳۳..... | ۱-۳- اصل ثابت بودن زوایای دو سطحی .....              |
| ۳۵..... | ۲-۳- اصل تقارن.....                                  |
| ۳۵..... | ۱-۲-۳- سطح تقارن .....                               |
| ۳۶..... | ۲-۲-۳- مرکز تقارن .....                              |
| ۳۶..... | ۳-۲-۳- محور تقارن .....                              |
| ۳۷..... | ۱-۳-۲-۳- تقارن متناوب یا محور چرخشی انعکاسی .....    |
| ۳۸..... | ۳-۳- ضرایب سطوح شبکه‌ای ( اندیس میلر ) .....         |
| ۴۴..... | ۴-۳- مورفولوژی بلورها .....                          |
| ۴۹..... | فصل چهارم : رده‌های مختلف سیستم‌های تبلور .....      |
| ۴۹..... | ۱-۴- سیستم تری‌کلینیک .....                          |
| ۵۱..... | ۲-۴- سیستم مونوکلینیک .....                          |
| ۵۳..... | ۳-۴- سیستم اورتورومبیک .....                         |
| ۵۶..... | ۴-۴- سیستم چهار گوش ( تتراگونال ) یا کوادراتیک ..... |
| ۶۰..... | ۵-۴- سیستم هگزاگونال .....                           |
| ۶۶..... | ۶-۴- سیستم تری‌گونال .....                           |
| ۷۰..... | ۷-۴- سیستم کوبیک .....                               |
| ۷۷..... | فصل پنجم : اصول تصاویر فضائی .....                   |
| ۷۷..... | ۱-۵- شبکه ولف .....                                  |
| ۷۸..... | ۲-۵- رسم تصویر عناصر تقارن بلورها .....              |
| ۸۰..... | ۳-۵- رسم تصویر سطوح بلورها بر شبکه ولف .....         |
| ۸۲..... | ۴-۵- تعیین اندیس سطوح بلور به کمک تصویر فضائی .....  |
| ۸۵..... | بخش دوم : بلورشناسی نوری .....                       |
| ۸۵..... | فصل اول : نور .....                                  |
| ۸۵..... | مقدمه.....   |
| ۸۶..... | ۱-۱- حرکت موجی نور .....                             |
| ۸۸..... | ۲-۱- سرعت نور .....                                  |
| ۸۸..... | ۳-۱- نور سفید - نور تک‌رنگ .....                     |

|     |   |
|-----|---|
| ۸۹  | فصل دوم : پلاریزاسیون .....   |
| ۸۹  | ۱-۲- خصوصیات نور پلاریزه.....   |
| ۸۹  | ۲-۲- پلاریزاسیون بوسیله انعکاس : تجربه مالوس ( ۱۸۱۰ ) .....                         |
| ۹۱  | ۳-۲- پلاریزاسیون توسط بلورهای دو شکستی .....  |
| ۹۵  | ۴-۲- پلاریزور با انعکاس کلی .....   |
| ۹۶  | ۵-۲- پلاریزورهای جذب کننده نور .....  |
| ۹۷  | ۶-۲- قانون مالوس .....  |
| ۹۸  | ۷-۲- پلاریزاسیون سطحی ، پلاریزاسیون دورانی دایره‌ای و پلاریزاسیون دورانی بیضی ..... |
| ۱۰۰ | ۸-۲- میکروسکوپ پلاریزان .....   |
| ۱۰۲ | ۹-۲- طرز تهیه مقاطع نازک از سنگ‌ها.....   |
| ۱۰۵ | فصل سوم : مطالعه مقاطع بلورها توسط نور موازی پلاریزه و آنالیزه .....                |
| ۱۰۵ | ۱-۳- اصول تداخل امواج پلاریزه.....  |
| ۱۰۹ | ۲-۳- عواملی که روی شدت نور خارج شده از بلور مؤثرند.....                             |
| ۱۱۱ | ۳-۳- مطالعه تیغه نازک بلورها با نور سفید و در بین پلاریزورهای متقاطع .....          |
| ۱۱۱ | ۱-۳-۳- علت تصور رنگ‌های مختلف برای بلورها .....                                     |
| ۱۱۱ | ۲-۳-۳- انطباق تیغه‌های بلورین .....   |
| ۱۱۳ | ۳-۳-۳- تیغه‌های کمکی یا مقاطع معین .....  |
| ۱۱۵ | ۴-۳-۳- مقیاس رنگ‌های نیوتن .....  |
| ۱۱۷ | ۵-۳-۳- تعیین جهت ضرایب شکست در بلورها .....   |
| ۱۱۷ | ۶-۳-۳- زاویه خاموشی بلورها .....  |
| ۱۱۹ | ۷-۳-۳- علامت طویل شدگی بلورها .....   |
| ۱۲۰ | ۸-۳-۳- اندازه‌گیری مقدار بی‌رفرنژانس .....  |
| ۱۲۰ | ۹-۳-۳- طرز اندازه‌گیری ضخامت مقطع .....   |
| ۱۲۱ | فصل چهارم : تغییرات بی‌رفرنژانس در فضای بلور .....                                  |
| ۱۲۱ | مقدمه .....   |
| ۱۲۱ | ۱-۴- بیضوی ضرایب .....  |
| ۱۲۳ | ۲-۴- انواع بیضوی ضرایب .....  |
| ۱۲۵ | ۳-۴- محور نوری .....  |
| ۱۲۵ | ۴-۴- اختصاصات محور نوری .....   |
| ۱۲۵ | ۵-۴- علامت نوری بلورها .....  |
| ۱۲۷ | ۶-۴- تعیین سطوح پلاریزاسیون در تیغه‌های بلورین با توجه به موقعیت محورهای نوری.....  |



فصل پنجم : مطالعه بلورها در نور متقارب و پلاریزه ..... ۱۲۹

مقدمه ..... ۱۲۹

۱-۵- مطالعه بلورهای یک محوری در نور متقارب و پلاریزه ..... ۱۳۰

۱-۱-۵- مطالعه مقاطعی که عمود بر محور نوری تهیه شده‌اند ..... ۱۳۰

۱-۱-۱-۵- تشکیل صلیب سیاه ..... ۱۳۱

۲-۱-۱-۵- شکل‌های مختلف صلیب سیاه یا صلیب تاریک ..... ۱۳۲

۳-۱-۱-۵- تعیین علامت نوری بلورهای یک محوری به کمک نور متقارب منفی می‌باشد ..... ۱۳۲

۲-۱-۵- مطالعه مقاطعی که نسبت به محور نوری بلور مایل تهیه شده‌اند ..... ۱۳۴

۲-۵- مطالعه بلورهای دو محوری در نور متقارب و پلاریزه ..... ۱۳۶

۱-۲-۵- مطالعه مقاطع عمود بر نیمساز محورهای نوری ..... ۱۳۶

۲-۲-۵- مطالعه مقاطع عمود بر یکی از محورهای نوری ..... ۱۳۷

۳-۲-۵- تعیین علامت نوری بلورهای دو محوری به کمک نور متقارب و پلاریزه ..... ۱۳۸

۱-۳-۲-۵- تعیین علامت نوری در مقاطع عمود بر نیمساز محورهای نوری ..... ۱۳۸

۲-۳-۲-۵- تعیین علامت نوری در مقاطع عمود بر یکی از محورهای نوری ..... ۱۳۹

۳-۵- اندازه‌گیری زاویه ما بین محورهای نوری (2V) به کمک نور متقارب ..... ۱۴۰

فصل ششم : اندازه‌گیری ضریب انکسار بلورها ..... ۱۴۳

مقدمه ..... ۱۴۳

۱-۶- حاشیه بک ..... ۱۴۳

۲-۶- اندازه‌گیری ضریب شکست کانی‌ها بکمک مایعات مخصوص ..... ۱۴۵

۳-۶- اندازه‌گیری ضریب شکست مایعات ..... ۱۴۵

فصل هفتم : رنگ بلورها ..... ۱۴۷

مقدمه ..... ۱۴۷

۱-۷- پلئوکروئیسم ..... ۱۴۸

۱-۱-۷- پلئوکروئیسم مستقیم ..... ۱۴۸

۲-۱-۷- پلئوکروئیسم معکوس ..... ۱۴۹

۳-۱-۷- پلی کروئیسم ..... ۱۴۹

۲-۷- دیسپرسیون ..... ۱۵۰

منابع ..... ۱۵۱