

ساختار الکترونی نیم‌رساناهای آمورف و کاربردهای آن

مؤلفان

دکتر محمدحسین حکمتیار

استاد دانشگاه صنعتی سهند تبریز

دکتر مباحثا کریمی

دانش آموخته دانشگاه صنعتی سهند تبریز

انتشارات دانشگاه صنعتی سهند تبریز

سال ۱۳۹۸



پیشگفتار ناشر

توسعه روزانه آموزش عالی کشور، اهمیت انتشار کتب و سایر منابع علمی از جمله نشر دستاوردهای پژوهشی، تحقیقاتی و گزارشهای علمی و فنی به زبان فارسی را برای کسانی که به امر پژوهش، تدریس یا تحصیل در سطح آموزش عالی اشتغال دارند، مبرهن می‌سازد. از طرفی کمبود منابع علمی به زبان فارسی از سال‌ها پیش در سطح دانشگاه‌ها احساس و با گسترش مستمر دانشگاه‌ها و افزایش تعداد دانشجویان این کمبود ملموس‌تر می‌شود. دانشگاه صنعتی سهند برای ایفای بخشی از رسالت خود و پیرامان جزئی از این نقیصه و ارتقاء کیفی و کمی سطح علمی دانشجویان و محققان عزیز در صدد است تا یکی از دستاوردهای پژوهشی و گزارشات علمی و فنی منتخب اعضای محترم هیئت علمی دانشگاه را چاپ و منتشر نموده و در اختیار دانش‌پژوهان قرار دهد، باشد که این خدمت ناقابل گامی در جهت رفع قسمتی از نیازهای علمی کشور عزیز و مورد قبول درگاه حق تعالی قرار گیرد.

در خاتمه امید است با دریافت پیشنهادها، نقطه نظرها و انتقادهای دلبخواه دگان و صاحب نظران محترم، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند در خدمت اعتلای فرهنگ اسلامی، استقلال سازندگی کشور مؤید به تأییدات خداوندی باشد.

با آرزوی توفیق الهی

دانشگاه صنعتی سهند

فهرست مطالب

فصل اول جامدات

- ۱-۱ مقدمه ۱
- ۱-۲ جامدات ۲
- ۱-۳ تقسیم‌بندی پیوندهای اتمی در جامدات ۴
 - ۱-۳-۱ پیوند کووالانسی ۴
 - ۱-۳-۲ پیوند یونی ۵
 - ۱-۳-۳ پیوند واندروالس ۵
 - ۱-۳-۴ پیوند فلزی ۶
- ۱-۴ انواع جامدات بر اساس نوع پیوند و نحوه اتصال آن‌ها به هم ۷
 - ۱-۴-۱ جامدات مولکولی ۷
 - ۱-۴-۲ جامدات کووالانسی ۸
 - ۱-۴-۳ جامدات فلزی ۱۰
 - ۱-۴-۴ جامدات یونی ۱۱
- ۱-۴-۱-۵ تشابه جامدات کووالانسی و یونی ۱۲
- ۱-۴-۱-۶ اختلاف جامدات کووالانسی و یونی ۱۲
- ۱-۵ تقسیم‌بندی جامدات بر اساس نحوه قرارگیری ذرات تشکیل‌دهنده ماده ۱۳

- ۱-۵-۱ جامد بلورین (مواد با نظم برد بلند) ۱۳
- ۱-۵-۲ جامد آمورف (مواد با نظم برد کوتاه) ۱۵
- ۱-۵-۲-۱ ویژگی‌های جامد آمورف ۱۶
- ۱-۶ شبه‌بلورها ۱۸
- ۱-۶-۱ ساختار اتمی شبه بلورها ۱۸
- ۱-۷ نحوه تشکیل گاف انرژی در جامدات ۱۹
- ۱-۸ چگالی حالت‌ها در جامدات ۲۰
- ۹-۱ مرور و خلاصه فصل اول ۲۱
- پرسش‌ها ۲۵

فصل دوم: نیم رساناها

- ۲-۱ نیم‌رساناهای معدنی ۲۸
- ۲-۱-۱ انواع نیم‌رساناها ۲۸
- ۲-۱-۲ کاربردهای رایج نیم‌رساناهای معدنی ۲۹
- ۲-۱-۲-۱ ساخت دیود ۲۹
- ۲-۱-۲-۲ ساخت ترانزیستور ۲۹
- ۲-۱-۲-۳ ساخت قطعات فتوولتائیک (سلول خورشیدی) ۲۹
- ۲-۲ نیم‌رساناهای پلیمری ۳۰
- ۲-۳ ترازهای انرژی در نیم‌رساناها ۳۳
- ۲-۳-۱ پیوستگی ترازها ۳۳
- ۲-۳-۲ گاف انرژی ۳۴
- ۲-۳-۳ نوار ظرفیت ۳۴
- ۲-۳-۴ نوار رسانش ۳۴

۳۵	۲-۴ انتقال بار در نیم‌رساناها.....
۳۶	۲-۴-۱ جریان رانشی.....
۳۷	۲-۴-۲ جریان پخشی.....
۴۰	۲-۵ مرور و خلاصه فصل دوم.....
۴۴	پرسش‌ها و مسأله‌ها.....

فصل سوم: نیم‌رساناهای آمورف و مکانیسم رسانش آن‌ها

۴۶	۳-۱ حالت‌های جای‌گزیده.....
۴۷	۳-۲ توابع موج در حالت‌های جای‌گزیده (مدل بستگی قوی).....
۵۰	۳-۳ جای‌گزیدگی حالت‌ها در محدوده انرژی و گستردگی در محدوده دیگر.....
۵۱	۳-۴ مدل‌های نواری برای مراد آمورف.....
۵۱	۳-۴-۱ مدل ساده.....
۵۲	۳-۴-۲ مدل CFO.....
۵۳	۳-۴-۳ مدل مات - دیویس.....
۵۳	۳-۴-۴ مدل مارشال-اون.....
۵۴	۳-۵ پلارون.....
۵۵	۳-۵-۱ تئوری تشکیل پلارون‌ها.....
۵۶	۳-۵-۲ تئوری حرکت پلارون.....
۵۸	۳-۵-۳ کاربردهای نظریه پلارون کوچک در توجیه گاف ایتیکی و الکتریکی.....
۵۹	۳-۵-۴ توجیه رسانش پلارونی در نیم‌رساناهای حاوی اکسید فلزات انتقالی.....
۶۰	۳-۶ فونون.....
۶۱	۳-۶-۱ اثر فونون‌ها بر خواص الکتریکی و ایتیکی مواد آمورف.....
۶۱	۳-۶-۱-۱ تأثیر تشکیل پلارون بر حرکت حامل‌های بار.....

۶۱	۳-۷ تحرک
۶۲	۳-۸ ساز و کار رسانش در مواد آمورف
	۳-۸-۱ رسانش به دلیل برانگیخته شدن حامل‌های اطراف لبه تحرک به داخل حالت‌های غیرجای‌گزیده یا گسترش یافته
۶۳	۳-۸-۲ رسانش به دلیل برانگیخته شدن حامل‌ها به داخل حالت‌های جای‌گزیده در لبه‌های نوار
	۳-۸-۳ رسانش به دلیل پرش حامل‌ها (تونل زنی) بین حالت‌های جای‌گزیده نزدیک انرژی فرمی
۶۶	۳-۹ تاثیر دما بر رسانندگی در نیم‌رساناهای آمورف
۶۹	۳-۱۰ رسانش یونی
۷۲	۳-۱۱ فرم‌های رسانش
۷۲	۳-۱۱-۱ ترابرد باشند
۷۲	۳-۱۱-۲ پرش در محدوده همسایگان نزدیک
۷۳	۳-۱۱-۳ پرش با محدوده متغیر (VRH)
۷۵	۳-۱۱-۴ مدل تله‌ای چندگانه
۷۶	۳-۱۲ پارامترهای مهم در توصیف رسانش یار
۷۶	۳-۱۲-۱ واهلش
۷۷	۳-۱۲-۲ انرژی رسانش
۷۹	۳-۱۳ مرور و خلاصه فصل سوم
۹۰	پرسش‌ها و مسأله‌ها

فصل چهارم: خواص یونی و نوری نیم‌رساناهای آمورف

۹۱	۴-۱ خواص یونی نیم‌رساناهای آمورف
۹۱	۴-۱-۱ رسانندگی یونی

- ۴-۱-۱-۱ مکانیسم رسانندگی یونی ۹۲
- ۴-۱-۱-۲ روش‌های آزمایشگاهی جهت اندازه‌گیری رسانندگی یونی ۹۴
- ۴-۲ خواص نوری نیم‌رساناهای آمورف ۹۵
- ۴-۲-۱ نیم‌رساناهای با گاف مستقیم و غیر مستقیم ۹۵
- ۴-۳ جذب نوری ۹۷
- ۴-۳-۱ فرآیندهای مختلف جذب ۹۸
- ۴-۳-۱-۱ جذب حامل‌های آزاد ۹۸
- ۴-۳-۱-۲ جذب شبکه (فونون) ۹۸
- ۴-۳-۱-۳ جذب در حالت‌های موجود در گاف ۹۸
- ۴-۳-۱-۴ جذب اصلی ۹۹
- ۴-۴ طیف‌سنجی فرابنفش ۹۹
- ۴-۵ تحلیل طیف جذبی در مواد آمورف ۱۰۰
- ۴-۵-۱ رفتار اورباخ ۱۰۳
- ۴-۶ طیف‌سنجی مادون قرمز ۱۰۵
- ۴-۷ مرور و خلاصه فصل چهارم ۱۰۹
- پرسش‌ها و مسأله‌ها ۱۱۴

فصل پنجم: شیشه‌ها و سرامیک‌ها

- ۵-۱ شیشه و تعاریف مختلف آن ۱۱۵
- ۵-۲ انتقال به حالت شیشه‌ای ۱۱۶
- ۵-۳ انواع شیشه‌ها ۱۱۷
- ۵-۳-۱ شیشه‌های عنصری ۱۱۷
- ۵-۳-۲ شیشه‌های اکسیدی ۱۱۸

- ۱۱۸..... ۵-۳-۲-۱ اکسیدهای شیشه‌ساز
- ۱۱۸..... ۵-۳-۲-۲ اکسیدهای شیشه‌ساز مشروط
- ۱۱۹..... ۵-۳-۲-۳ شیشه‌های سیلیسی
- ۱۱۹..... ۵-۳-۲-۴ شیشه‌های بورات
- ۱۱۹..... ۵-۳-۲-۵ شیشه‌های فسفات
- ۱۱۹..... ۵-۳-۲-۶ ساختار شیشه‌های فسفات
- ۱۲۰..... ۵-۳-۲-۷ شیشه‌های فلوئوریدی
- ۱۲۰..... ۵-۳-۲-۸ شیشه‌های چالکوژنید
- ۱۲۱..... ۵-۳-۱ شیشه‌های نیم‌رسانا
- ۱۲۱..... ۵-۳-۱ شیشه‌های هالوژنی
- ۱۲۱..... ۵-۴ تاب‌کاری و اثرات شیشه‌ها
- ۱۲۲..... ۵-۵ روش‌های تهیه نیمه‌رساناهای دوف (شیشه‌ها)
- ۱۲۵..... ۵-۶ کاربرد شیشه‌ها در ساخت فیبر نوری
- ۱۲۵..... ۵-۶-۱ بخش‌های مختلف فیبر نوری
- ۱۲۶..... ۵-۶-۲ نحوه انتقال داده در فیبر نوری
- ۱۲۷..... ۵-۶-۳ روش‌های ساخت فیبر نوری
- ۱۲۷..... ۵-۶-۴ ساخت پری‌فورم
- ۱۲۹..... ۵-۷ شیشه‌های زیست‌فعال
- ۱۳۰..... ۵-۸ سرامیک‌ها
- ۱۳۱..... ۵-۹ شیشه-سرامیک‌ها
- ۱۳۱..... ۵-۹-۱ طبقه‌بندی مواد زیست‌فعال
- ۱۳۱..... ۵-۹-۲ شیشه-سرامیک‌های زیست‌فعال
- ۱۳۲..... ۵-۱۰ مرور و خلاصه فصل پنجم