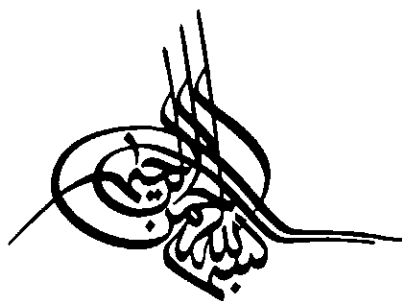




بررسی مباحث

فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲

تألیف: دکتر حمدا... صالحی

دانشیار دانشگاه شهید چمران اهواز

انتشارات رسانه مکتوب

۱۳۹۱

سرشناسه	: صالحی، حمدالله، ۱۳۴۵-
و نام پدیدآور	: بررسی مباحث فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲/ تألیف حمدالله صالحی
مشخصات نشر	: اهواز: رسانه مکتوب، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری	: ۵۸۴ص: جدول، نمودار
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۰۲-۱۹-۴
فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: فیزیک حالت جامد
موضوع	: فیزیک حالت جامد- مسائل، تمرین ها و غیره (عالی)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ب ۴ ص ۱۷۶ / Qc
رده بندی دیویی	: ۵۳۰ / ۴
کتابشناسی ملی	: ۳۶۸۴۶۵۰



نام کتاب: بررسی مباحث فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲

مؤلف: حمدالله صالحی

ناشر: انتشارات رسانه مکتوب

لیتوگرافی/ چاپ/ صحافی: چاپ جنوب اهواز

تیراژ: ۵۰۰

چاپ اول: ۱۳۹۱

تعداد صفحه: ۵۸۴

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۰۲-۱۹-۴

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

انتشارات رسانه مکتوب: ۰۹۱۶۳۰۱۴۷۷۸

اللهم

اخرجنا من ظلمات الوهم و اكرمنا بنور الفهم

اللهم افتح علينا ابواب رحمتك

وانشر علينا خزائن علومك

آمین



نازم آن آموزگاری را که در یک نصف روز

دانش آموزان عالم را همه دانا کند

ابتدا قانون آزادی نويسد بر زمين

بعد از آن با خون هفتاد و دوتن امضا کند

تقديم به:

سيد و سالار شهيدان امام حسين (ع)

پیش گفتار

به نام آن که دل را مرکز عواطف؛ قلب را مرکز ایمان و مغز را محل تراوش اندیشه‌ها قرار داد.

سیاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید تا به یاری این موهبت الهی راه ترقی و تعالی را پیموده و در درک علم که یکی از راه‌های تقرب به ذات اوست کوشا و در انتقال آموخته‌های علمی خود به جویندگان علم و دانش توانا و در انتشار و انتقال آن از مهم‌ترین ابزار که همانا کتاب است به شایستگی بهره جوید.

سیاس و تحیات الهی بر پیامبر بزرگ اسلام (ص) که والاترین عالم و معلم انسان‌ها و جامعه‌ی بشریت است.

درود بی‌پایان بر ائمه بزرگوار "علیهم السلام" که سراسر زندگی و حساسی خویش را در جهت تزکیه؛ تعلیم و ارشاد جوامع بشری مصروف داشتند و انسانیت را با آداب و آیین الهی آراسته و پیراسته ساختند.

این کتاب که به بررسی مباحث فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲ می‌پردازد بر اساس سرفصل‌های کتاب فیزیک حالت جامد اشکرافت و مرمین که یکی از غنی‌ترین و در عین حال زیباترین متون درسی در این زمینه است نوشته شده است و اولین کتاب تألیفی در این زمینه است و به عنوان یک کتاب درسی تهیه شده است. در تألیف این کتاب سعی شده است که مطالب درسی با توضیحات کافی و در حد مقدور مثال‌های متعدد به خواننده ارائه شود. حتی در بعضی موارد؛ برخلاف کتاب‌های دیگر مطالب ساده و جزئی را نیز توضیح داده‌ام تا برای دانشجو نکات مبهم کم‌تری باقی بماند.

رهیافت این کتاب؛ بیان درس به زبانی ساده و بنابر تجربه می‌باشد. مطالب این کتاب طوری تنظیم شده است که مطابق سرفصل‌های درس فیزیک حالت جامد پیشرفته ۲ مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم؛ تحقیقات و فناوری باشد.

این کتاب شامل ۱۸ فصل است؛ که در فصل اول تقریب الکترون مستقل مطرح و در فصل دوم به بررسی آثار سطح؛ لایه نازک و همچنین محاسبه ویژگی‌های سطح پرداخته و با حالت توده آن مقایسه می‌شود. در فصول سوم؛ چهارم و پنجم به ترتیب طبقه‌بندی جامدات؛ بلورهای فونونی و ساختار نواری آن؛ انرژی همدوسی و نارسایی مدل شبکه استاتیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فصل ششم و هفتم به نظریه کلاسیک و کوانتومی بلورهای هماهنگ اختصاص دارد. فصل هشتم به اندازه‌گیری روابط پاشندگی فونون‌ها می‌پردازد و در فصل نهم آثار غیر هارمونیکی در بلورها و در فصل دهم مدهای فونونی در فلزات را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

فصل یازدهم خواص بی الکتریک‌ها در عایق را مورد بررسی قرار می‌دهیم و در فصول دوازده و سیزدهم را به بررسی رفتار نیم رساناهای همگن و غیر همگن و محاسبه برخی ویژگی‌های نیم رسانا از جمله گاف نواری؛ پارامترهای شبکه و می‌پردازیم.

فصل چهاردهم؛ ناخالصی در بلورها و آثار این ناخالصی بر ویژگی‌های ساختاری و الکترونی بلورها با محاسبات بررسی و حد حلالیت را مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. فصل پانزدهم و شانزدهم ویژگی مغناطیسی مواد و فصل هفدهم ابررسانایی و ویژگی‌های آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. فصل هجدهم را به نانوتکنولوژی؛ نانو لوله‌ها و همچنین روش‌های محاسباتی در این زمینه از جمله خواص نانو لوله‌ایندیم فسفات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با این حال؛ مسلماً این کار بی‌عیب نیست؛ بلکه انتظار داریم که همکاران و دانشجویان محترم کمبودهای کار را یادآور شوند تا در چاپ‌های بعدی کتاب کاستی‌های آن برطرف گردد. پیشاپیش از همه عزیزانی که در این راه یاریم کنند؛ سپاسگزاری می‌کنم.

حمدا.. (حمید) صالحی

دانشیار دانشگاه شهید چمران

پاییز ۱۳۹۰

صفحه	عنوان
	فصل ۱: تقریب الکترون مستقل
۱۹	۱-۱ معادلات هارتری
۲۴	۲-۱ تبادیل: تقریب هارتری - فوک
۲۶	۳-۱ نظریه هارتری- فوک برای الکترون آزاد
۳۶	۴-۱ استتار (روش پوششی)
۴۳	۵-۱ اطلاعاتی در مورد سطح فرمی
۴۵	۶-۱ نظریه لیند هارديوششی
۴۷	۷-۱ نظریه مایع فرمی
۵۰	مسائل
	فصل ۲: اثرات سطح
۵۶	۱-۲: خواص لایه‌های نازک
۵۸	۲-۲: زیر لایه
۶۰	۳-۲ تابع کار- اثر سطحی روی انرژی الکترون مقید
۶۴	۴-۲ محاسبه پتانسیل تماس (تابع کار)
۶۸	۵-۲ روش‌های مطالعه سطح
۷۱	۶-۲ ترازهای الکترونی سطح
۷۲	۷-۲: هندسه سطح
۷۵	۸-۲ شبکه‌های دو بعدی
۷۷	۹-۲ ترمودینامیک سطح
۸۱	۱۰-۲ محاسبه خواص توده و سطح CurN
۸۹	مسائل
	فصل ۳: طبقه‌بندی جامدات
۹۳	۱-۳ توزیع فضایی الکترون‌های ظرفیت
۹۴	۲-۳ بلورهای کووالانسی
۹۶	۳-۳ بلورهای ملکولی

۹۷	۳-۴ بلورهای یونی
۱۰۴	۳-۵ بلورهای فلزی (فلزات).
۱۰۵	۳-۶ بلورهای بایستگی هیدروژنی.
۱۰۷	۳-۷ بلورهای فونونی
۱۱۱	مسائل
	فصل ۴: انرژی همدوسی
۱۱۵	۴-۱ بلورهای ماکولی - گازهای بی اثر
۱۱۹	۴-۲ چگالی تعادل گازهای بی اثر جامد
۱۲۰	۴-۳ انرژی همدوسی گازهای بی اثر
۱۲۰	۴-۴ مدول حجمی برای بلور گاز بی اثر
۱۲۱	۴-۵ بلورهای یونی
۱۲۵	۴-۶ بلورهای کووالانسی
۱۲۵	۴-۷ بلورهای فلزی
۱۲۷	مسائل
	فصل ۵: نارسایی مدل شبکه استاتیک
۱۳۳	۵-۱ مقدمه
۱۳۴	۵-۲ خواص تعادل
۱۳۴	الف: گرمای ویژه
۱۳۵	ب: چگالی تعادلی و انرژی‌های چسبندگی
۱۳۵	ج: انبساط گرمایی
۱۳۶	د: ذوب
۱۳۶	۵-۳ خواص انتقال
۱۳۶	الف: وابستگی دمایی زمان واهلش الکترونی
۱۳۶	ب: ناتوانی قانون ویدمان-فرانتس
۱۳۷	ج: ابررسانایی
۱۳۷	۵-۴ رسانش گرمایی عایق‌ها
۱۳۷	الف: انتقال صوت

۱۳۷	ب: برهم کنش با تابش
۱۳۸	۵-۵ پراکندگی نوترون‌ها
	فصل ۶: نظریه کلاسیک درباره بلورهای هم آهنگ
۱۴۳	۶-۱ تقریب هماهنگ
۱۴۶	۶-۲ تقریب آدیاباتیک
۱۴۷	۶-۳ گرمای ویژه بلورهای کلاسیکی: قانون دولانگ - پتی
۱۴۹	۶-۴ مدهای نرمال یک بعدی برای شبکه تک اتمی براوه
۱۵۴	۶-۵ مدهای نرمال یک شبکه یک بعدی با دو اتم
۱۵۸	۶-۶ مدهای نرمال یک شبکه براوه تک اتمی در سه بعد
۱۶۳	۶-۷ مدهای نرمال یک شبکه سه بعدی با یک پایه
۱۶۸	۶-۸ تقارن‌های بلوری
۱۷۲	مسائل
	فصل ۷: نظریه کوانتومی بلور هماهنگ
۱۷۹	۷-۱ مدهای نرمال و فونون‌ها
۱۸۰	۷-۲ شکل کلی گرمای ویژه
۱۸۲	الف: گرمای ویژه در دماهای بالا
۱۸۲	ب: گرمای ویژه در دمای پایین
۱۸۴	ج: گرمای ویژه در دمای متوسط [مدل‌های دبی و اینشتین]
۱۸۴	۷-۳ طرح درون یابی دبی
۱۸۸	۷-۴ تعریف سوم: مدل اینشتین
۱۸۹	۷-۵ مقایسه ظرفیت گرمایی شبکه و الکترون
۱۹۱	۷-۶ تعیین چگالی مدهای نرمال (تعداد فونون‌ها)
۱۹۲	۷-۷ مقایسه بین امواج الکترومغناطیسی و ارتعاشات شبکه...
۱۹۴	مسائل
	فصل ۸: اندازه‌گیری روابط پاشندگی فونون
۱۹۹	۸-۱ تعیین فونون‌ها از طریق آزمایش
۲۰۰	۸-۲ پراش نوترونی به وسیله یک بلور

۲۰۳	الف: پراکندگی صفر فونون
۲۰۴	ب: پراکندگی یک فونون
۲۰۵	ج: پراکندگی دو فونون
۲۰۶	۳-۸ پراکندگی الکترومغناطیس با یک بلور
۲۰۶	الف: پراش با پرتو x
۲۰۷	ب: روش اپتیکی
۲۰۹	۴-۸ مشابَهت روش موجی و کوانتومی با تصویر موجی ...
۲۱۲	مسائل
	فصل ۹: اثرات غیر هارمونیک در بلورها
۲۱۵	۱-۹ مبانی مدهای هماهنگ
۲۱۷	۲-۹ نظریه کلی مفاهیم غیر هارمونیک
۲۱۷	۳-۹ معادله حالت و انبساط گرمایی
۲۲۰	۴-۹ نوسانات غیر هارمونیک [ضریب حرارتی یا ...]
۲۲۳	۵-۹ انبساط گرمایی در فلزات
۲۲۴	۶-۹ هدایت گرمایی شبکه (ترابری فونون ها)
۲۲۶	۷-۹ هدایت گرمایی شبکه: نظریه جنبشی بنیادی
۲۳۱	۸-۹ صوت دوم (مقایسه بین فونون-گاز)
۲۳۴	مسائل
	فصل ۱۰: فونون ها در فلزات
۲۳۹	۱-۱۰ مقدمه
۲۴۰	۲-۱۰ نظریه ابتدایی پراکندگی فونون در فلزات
۲۴۳	۳-۱۰ ثابت دی الکتریک فلزات
۲۴۵	۴-۱۰ برهم کنش مؤثر $e-e$
۲۴۸	۵-۱۰ مقاومت گرمایی فلزات
۲۴۹	۶-۱۰ وابستگی مقاومت گرمایی فلزات به دما
۲۵۱	۷-۱۰ محاسبه مدهای فونونی در ترکیب تیتانیوم ...
۲۵۶	مسائل

فصل ۱۱: خواص دی الکتریکها در عایقها

- ۱۱-۱ نفوذ میدان الکتریکی در عایقها ۲۶۳
- ۱۱-۲ دو قطبیهای القایی ۲۶۶
- ۱۱-۳ قطبش پذیری الکترونی ۲۶۷
- الف: قطبش اتمی ۲۶۸
- ب: محاسبه قطبش پذیری الکترونی ۲۶۸
- ۱۱-۴ سهم قطبش یونی (قطبش جابه جایی) ۲۷۰
- ۱۱-۵ کاربرد مدهای اپتیکی طول موج بلند به بلورهای یونی ۲۷۵
- ۱۱-۶ فروالکتریکها ۲۷۸
- الف: نقطه کوری ۲۸۲
- ب: دمای کوری ۲۸۲
- ۱۱-۷ پیزوالکتریک ۲۸۳
- ۱۱-۸ پیروالکتریکها ۲۸۷
- مسائل ۲۹۱

فصل ۱۲: نیم رساناها

- ۱۲-۱ ویژگیهای عمومی نیم رساناها ۲۹۷
- ۱۲-۲ انواع نیم رساناها ۳۰۰
- ۱۲-۳ ساختار نوار نیم رسانای نوعی ۳۱۹
- ۱۲-۴ محاسبه چگالی الکترون و حفره در دمای T ۳۲۰
- ۱۲-۵ نیم رساناهای ناخالص ۳۲۳
- مسائل ۳۲۶

فصل ۱۳: نیم رسانای ناهمگن

- ۱۳-۱ ویژگی کلی نیم رسانای ناهمگن و پیوندگاه $p-n$ ۳۳۳
- ۱۳-۲ پیوندگاه ناهمگن ۳۳۹
- ۱۳-۳ دیود تونل ۳۴۰
- مسائل ۳۴۵

فصل ۱۴: ناخالصی در بلورها

- ۳۵۱ ۱-۱۴ نقص‌ها در بلورها
- ۳۵۱ الف: تهی جاها
- ۳۵۲ ب: نقص فرنکل
- ۳۵۴ ۲-۱۴: نقص‌ها و تعادل ترمودینامیکی
- ۳۵۵ الف: نقص‌های نقطه‌ای و رسانندگی الکتریکی بلورهای یونی
- ۳۵۷ ب: پدیده پخش برای نقص‌ها
- ۳۵۸ ۳-۱۴: مراکز رنگ
- ۳۵۹ الف: یافته‌های تجربی در مورد این مدل
- ۳۶۰ ب: مراکز رنگ دیگر
- ۳۶۳ ۴-۱۴ اثر افزودنی‌ها بر خواص تیتانات باریم
- ۳۶۶ ۵-۱۴ اثر افزودنی ناخالصی بر ساختار الکترونی و ساختار...
- ۳۶۸ الف: حد حلالیت NiO در سرامیک تیتانات باریم
- ۳۶۹ ب: ساختار الکترونی و ساختار نوارهای انرژی $TiO_2 \dots$
- ۳۷۰ ج: ساختار الکترونی و ساختار نوارهای انرژی $O_2 \dots$
- ۳۷۱ ۶-۱۴ بررسی اثر افزودنی SnO_2 بر ویژگی‌های تیتانات باریم
- ۳۷۴ ۷-۱۴ بررسی ویژگی‌های الکترونی و اپتیکی $\alpha - Al_{1.5}La_{0.5}O_3$
- ۳۷۵ الف: خواص الکترونی و اپتیکی $\alpha - Al_2O_3$
- ۳۷۷ ب: خواص الکترونی و اپتیکی $\alpha - Al_{1.5}La_{0.5}O_3$
- ۳۸۲ مسائل

فصل ۱۵: دیا و پارامغناطیس

- ۳۸۹ ۱-۱۵ مقدمه
- ۳۹۲ ۲-۱۵ ساختار دیامغناطیس
- ۳۹۳ ۳-۱۵ مواد پارامغناطیس
- ۳۹۴ ۴-۱۵ رادیکال آزاد
- ۳۹۴ ۵-۱۵ محاسبه چگالی مغناطش و پذیرفتاری
- ۳۹۶ ۶-۱۵ محاسبه پذیرفتاری اتمی (χ) و حالت کلی

۴۰۳	۷-۱۵ پارامغناطیس پائولی
۴۰۴	۸-۱۵ پارامغناطیس گاز الکترون آزاد
۴۰۵	۹-۱۵ فرومغناطیس
۴۰۷	الف: علت مغناطیسی شدن
۴۰۷	ب: دمای کوری
۴۰۸	ج: حوزدهای فرومغناطیسی
۴۰۹	د: پسماند در مواد فرومغناطیس
۴۱۱	ه: فرومغناطیس‌های نرم و سخت
۴۱۲	ی: منشأ حوزدها در مواد فرومغناطیس
۴۲۳	۱۰-۱۵ رابطه چرخش حوزدها و حرکت دیواردها با منحنی پسماند
۴۲۵	۱۱-۱۵ بستگی حرارتی مواد فرومغناطیس
۴۲۶	۱۲-۱۵ مغناطیدگی اشباعی در دمای صفر مطلق
۴۲۸	۱۳-۱۵ مگنون‌ها
۴۳۰	الف: پراکندگی مغناطیسی نوترون
۴۳۰	۱۴-۱۵ فری مغناطیس
۴۳۱	الف: تاریخچه فریت‌ها
۴۳۲	ب: ساختار فریت‌ها
۴۳۲	ج: فریت‌های مکعبی
۴۳۴	د: هگزا فریت‌ها
۴۳۴	ه: دمای کوری و پذیرفتاری فری مغناطیس‌ها
۴۳۵	ی: خواص و کاربردها
۴۳۶	۱۵-۱۵ پادفرومغناطیسی
۴۳۷	۱۶-۱۵ آلیاژهای فرومغناطیسی
۴۳۷	۱۷-۱۵ فرومغناطیس‌های آکتینیدی
۴۳۹	مسائل
	فصل ۱۶: اندرکنش الکترون و ساختمان مغناطیسی
۴۴۷	۱-۱۶ مقدمه

۴۴۸	۲-۱۶ ناهمسانگردی مغناطو بلورین
۴۵۱	۲-۱۶ انواع اندرکنش‌ها
۴۵۱	الف: اندرکنش مستقیم (direct exchange)
۴۵۲	ب: اندرکنش فوق تبادلی (super exchange)
۴۵۳	ج: اندرکنش غیرمستقیم
۴۵۵	د: اندرکنش سیار (itinerant exchange)
۴۵۶	۴-۱۶ نظم مغناطیسی
۴۵۸	۵-۱۶ مدل هابارد
۴۶۲	۶-۱۶ نظریه میدان متوسط
۴۶۷	مسائل
	فصل ۱۷: ابررسانایی
۴۷۷	۱-۱۷ ابررسانایی
۴۷۹	۲-۱۷ ویژگی‌های ابررسانایی
۴۷۹	الف: مقاومت صفر
۴۸۰	ب: اثر مایسنر-اوشینفلد
۴۸۲	ج: دیامغناطیس کامل
۴۸۳	۴-۱۷ انواع ابررسانا (ابر رسانای نوع I و نوع II)
۴۸۷	۵-۱۷ مشخصات ابررسانا
۴۸۷	الف: عمق نفوذ
۴۸۷	ب: طول هم‌دوسی
۴۸۸	ج: جریان بحرانی
۴۸۹	۶-۱۷ گاف انرژی
۴۹۱	۷-۱۷ نظریه گینزبرگ - لاندائو؛ میدان الکترومغناطیسی ضعیف
۴۹۳	۸-۱۷ انرژی سطحی و میدان بحرانی
۴۹۴	الف: جریان بحرانی
۴۹۵	ب: زوج کوپر
۴۹۵	۹-۱۷ هامیلتونی باردین-کوپر-شریفر (BCS)

۴۹۷	الف: حالت پایه
۴۹۷	ب: حالت پایه و حالت برانگیخته
۴۹۸	پ: حالت پایه ابررسانا در $T=0$
۴۹۹	ت: حالت چگال
۴۹۹	ث: گاف BCS؛ دمای بحرانی
۵۰۱	۱۷-۱۰ گرمای ویژه
۵۰۳	۱۷-۱۱ میدان بحرانی
۵۰۳	۱۷-۱۲ اثر ایزوتوپی
۵۰۴	۱۷-۱۳ تضعیف صوت
۵۰۴	الف: میزان واهلش اسپین هسته‌ها
۵۰۵	ب: رسانش حرارتی
۵۰۵	۱۷-۱۴ جفت شدگی کوپر غیر متعارف
۵۰۸	۱۷-۱۵ کاربردهای مختلف ابررساناها
۵۰۹	مسائل
	فصل ۱۸: نانوتکنولوژی و نانوسرامیک
۵۱۵	۱۸-۱ معرفی نانوتکنولوژی
۵۱۶	۱۸-۲ تعریف نانوتکنولوژی
۵۱۷	۱۸-۳ محدوده ابعادی در حوزه نانوتکنولوژی
۵۱۸	۱۸-۴ مقایسه میکروتکنولوژی و نانوتکنولوژی
۵۱۹	۱۸-۵ تاریخچه نانوتکنولوژی
۵۱۹	۱۸-۶ چرا نانوتکنولوژی؟
۵۲۱	۱۶-۷ برخی از کاربردهای نانومواد و نانوتکنولوژی
۵۲۲	الف: قوانین مور
۵۲۲	ب: نانوسرامیک
۵۳۰	پ: NEMS
۵۳۰	ت: نانو پزشکی
۵۳۳	۱۸-۸ طبقه بندی مواد نانومتری

۵۳۳	۹-۱۸ برخی از خواص مواد نانومتری
۵۳۳	الف: خواص مکانیکی
۵۳۵	ب: خواص حرارتی
۵۳۶	ج: خواص شیمیایی
۵۳۶	د: خواص نوری
۵۳۶	ه: خواص الکتریکی
۵۳۷	ی: خواص مغناطیسی
۵۳۷	۱۰-۱۸ روش‌های ساخت نانو
۵۴۳	۱۱-۱۸ نانو ساختار
۵۴۴	۱۲-۱۸ خواص مواد نانو ساختار
۵۵۱	۱۳-۱۸ پوشش‌های نانو ساختاری
۵۵۲	۱۴-۱۸ انواع پوشش‌های نانو ساختار
۵۵۴	۱۵-۱۸ نانوکامپوزیت‌ها
۵۵۶	۱۶-۱۸ نانو لوله‌ها
۵۵۷	الف: نانو لوله‌های کربنی
۵۶۱	ب: ساختار نانو لوله‌های کربنی
۵۶۲	پ: انواع نانو لوله‌های کربنی
۵۶۶	ت: ساختارهای غیر ایده‌آل
۵۶۶	ث: خواص نانو لوله‌ها
۵۶۹	ج: تأثیر نقص‌ها بر ویژگی‌های نانو لوله‌ها
۵۶۹	چ: کاربرد نانو لوله‌های کربنی
۵۷۱	ح: مدل سازی و شبیه سازی
۵۷۳	۱۷-۱۸ بررسی خواص نانوسیم InP
۵۷۳	الف: پارامترهای ساختاری در نانوسیم InP
۵۷۴	ب: ساختار نوارهای انرژی
۵۷۹	مراجع