

# فیزیک حالت جامد

## (مسائل و راه حل آنها)

نویسندگان: هاسزنو میخالی، میشل مارتین

مترجم: بابک حقیقی

(عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | میهای لاسزلو، ۱۹۴۹ - م. Mihaly, Laszlo                                                                                                                                                                                                           |
| عنوان و نام پدیدآور | فیزیک حالت جامد (مسائل و راه حل آنها) / نویسندگان لاسزلو میهای، میشل مارتین؛ مترجم بابک حقیقی.                                                                                                                                                   |
| مشخصات نشر          | مشهد: مرسیز، ۱۳۹۶.                                                                                                                                                                                                                               |
| مشخصات ظاهری        | ۲۶۰ ص.: مصور.                                                                                                                                                                                                                                    |
| شابک                | 978-600-106-604-7                                                                                                                                                                                                                                |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیبا                                                                                                                                                                                                                                             |
| یادداشت             | عنوان اصلی: Solid state physics : problems and solutions, c1996.                                                                                                                                                                                 |
| یادداشت             | کتاب حاضر قبلاً تحت عنوان «فیزیک حالت جامد» در کتابخانه ملی و پاسخ‌ها، ترجمه مراد ابراهیم‌خانی، سکینه شیرویللو، هادی روستا توسط دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، در زمان چاپ و انتشارات و دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد در سال ۱۳۹۵ منتشر شده است. |
| عنوان دیگر          | فیزیک حالت جامد: مسائل و پاسخ‌ها.                                                                                                                                                                                                                |
| موضوع               | فیزیک حالت جامد -- مسائل، تمرین‌ها و غیره                                                                                                                                                                                                        |
| موضوع               | Solid state physics -- Problems, exercises, etc.                                                                                                                                                                                                 |
| شناسه افزوده        | مارتین، مایکل سی.                                                                                                                                                                                                                                |
| شناسه افزوده        | Martin, Michael C                                                                                                                                                                                                                                |
| شناسه افزوده        | حقیقی، بابک، ۱۳۴۴ -، مترجم                                                                                                                                                                                                                       |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۶۹م/۱۷۶/۵۱۵QC                                                                                                                                                                                                                                 |
| رده بندی دیویی      | ۵۳۰/۴۱۰۷۶                                                                                                                                                                                                                                        |
| شماره کتابشناسی ملی | ۵۰۹۶۲۲۹                                                                                                                                                                                                                                          |



دفتر نشر: مشهد - خیابان آبکوه ۷ - دانشسرای ۸ - شماره ۹  
تلفن: ۰۵۱-۳۷۲۷۴۷۶۵ دورنگار: ۰۵۱-۳۷۲۵۱۳۰۲

## فیزیک حالت جامد (مسائل و راه حل آنها)

نویسندگان: فاسزلو میحالی، میشل مارتین  
مترجم: بابک حقیقی

چاپ: دانا

نوبت چاپ: اول اسفند ۱۳۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰

بها: ۱۷۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۰۶-۶۰۴-۷

تمام حقوق چاپ و نشر این اثر طبق قرار داد محفوظ است.

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ممنوع است.  
منتظران به موجب قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان و هنرمندان تحت  
پنجره قانونی قرار میگیرند.

www.marandiz.com

پیشگفتار مترجم: ..... ۱۱

## فصل اول:

### ساختار بلور

- ۱- معادلات ماکسول، واحدهای الکترومغناطیس ..... ۱۳
- ۱- ساختار کریستالی ..... ۲۱
- ۱.۱ مسئله: تقارن ..... ۲۱
- ۱.۲ مسئله: جوش ..... ۲۲
- ۱.۳ مسئله: لایه های اکسید ..... ۲۳
- ۱-۴ گرافیت: ..... ۲۶
- ۱.۵ مسئله: ساختار  $C60A_x$  ..... ۲۷
- ۱.۶ سوال: ساختارهای FCC, HCP ..... ۳۰
- ۱-۷ مسئله: ساختمان hcc و bcc ..... ۳۱
- ۱.۸ مساله: فاکتور ساختار  $A_xC_{60}$  ..... ۳۲
- ۱.۹ مسئله: وسیله پرش نیوتن ..... ۳۳
- ۱.۱۰ مسئله: آرایه خطی امیترها، تأثیرات اندازه محدود ..... ۳۵
- ۱.۱۰ جواب: آرایه خطی امیترها، (خطی بخش کننده ها) تأثیرات اندازه محدود ..... ۳۵
- ۱.۱۱ مسئله ۱.۱۱ حدود آرایه های خطی (superlattice) فراساختار ..... ۳۷
- ۱-۱۲ مساله: پرش پودر بلورهای hcp و fcc ..... ۳۹
- ۱.۱۳ مسئله: کیفیت تصویر معتموم ..... ۴۱
- ۱-۱۴ مساله: اثرات اندازه محدود ..... ۴۴
- ۱.۱۵ بررسی جایگزینی تصادفی ..... ۴۷
- مسئله ۱-۱۶: فضاهای خالی ..... ۴۸
- ۱.۱۷ سوال: شدت پراکندگی کل ..... ۴۹

## فصل دوم:

### نیروهای بین اتمی، ارتعاشات شبکه

- ۱.۲ مسئله: ثابت مادلونگ ..... ۵۶
- ۲.۲ مسئله: مودول بلوک  $\text{NaCl}$  ..... ۵۹
- ۲-۳ مسئله: مادلونگ ..... ۶۱
- ۲.۴ مساله: طیف سنج سه محور ..... ۶۳
- ۲.۵ مسئله: فونون  $\lambda$  در سیلیکن ..... ۶۴
- ۲-۶- آرایه های خطی ساطع شده، فون ها: ..... ۶۵
- ۲.۷ مساله: اثر متقابل دور بر ..... ۶۷
- ۲.۸ سوال: کاهش جرم ..... ۶۷
- ۲.۹ مسئله: فرکانس دبی ..... ۷۰
- ۲.۱۰ مساله: نوسانات یک یاخته ی مربع ..... ۷۰
- ۲-۱۱ مسئله: پارامتر گرون آیزن ..... ۷۳
- ۲.۱۲ سوال: رشته و چرخه دو اتمی ..... ۷۴
- ۲.۱۳ سوال: میرایی نوسان ..... ۷۶
- ۲.۱۴ سوال سطح دبی ..... ۷۷
- ۲-۱۵ مساله: فونون های نوری (اپتیکی) نرم ..... ۷۹
- ۲-۱۶ مساله: فونون های نرم ..... ۸۲

## فصل سوم:

### ساختار نواری الکترون

- ۱.۳ مساله: ساختار باند الکترونیکی ..... ۹۰
- ۲.۳ مسئله: تقریب الکترون آزاد در دلتا دیراک ..... ۹۱
- ۳.۳ مقید بودن در پتانسیل دلتای دیراک: ..... ۹۲
- ۴.۳ مساله: پتانسیل دلتای دیراک ..... ۹۴
- ۵.۳ سوال: روی هم افتادگی نوارها ..... ۹۹
- ۶.۳ مسئله: الکترونهای تقریباً آزاد در دو بُعد ..... ۹۹

|      |                                                                        |     |
|------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| ۷.۳  | مسئله باندهای الکترونیهای آزاد.....                                    | ۱۰۳ |
| ۸.۳  | مسئله (۳۸): عدم ثبات (ناپایداری) در عدد برج فرمی:.....                 | ۱۰۴ |
| ۹.۳  | مسئله: الکترون های موجود در نوار (باند) الکترون آزاد مجاور $D$ ۲:..... | ۱۰۶ |
| ۱۰.۳ | مسئله: شبکه مربعی.....                                                 | ۱۰۸ |
| ۱۱.۳ | مسئله: نوار بستگی قوی یا محکم در دو بعد.....                           | ۱۱۱ |
| ۱۲.۳ | مسئله الکترونیهای دو بعدی نوار تنگ بست.....                            | ۱۱۲ |
| ۱۳.۳ | سوال: پتانسیل های دلتای دیراک در دو بعد.....                           | ۱۱۴ |
| ۱۴.۳ | سوال: نرم و اثر.....                                                   | ۱۱۵ |
| ۱۵.۳ | فرکانس سیکلوترون.....                                                  | ۱۱۸ |
| ۱۶.۳ | De Haas-van Alphen اثر هاس و آلفن.....                                 | ۱۱۸ |
| ۱۷.۳ | انرژی فرمی.....                                                        | ۱۱۹ |
| ۱۸.۳ | مسئله: عدم ثبات (ناپایداری) در عدد برج فرمی:.....                      | ۱۲۰ |

## فصل چهارم:

## چگالی حالت ها

|       |                                               |     |
|-------|-----------------------------------------------|-----|
| ۱.۴ - | مسئله: چگالی حالات.....                       | ۱۲۷ |
| ۲-۴   | مسئله: چگالی حالت دو بعدی.....                | ۱۲۷ |
| ۳.۴   | مسئله: دو دیمانسیون اجبارا مقید.....          | ۱۲۹ |
| ۴.۴   | فلزات شبه یک بعدی:.....                       | ۱۳۱ |
| ۵.۴ - | مسئله عبور فلزی شبه تک معبری.....             | ۱۳۳ |
| ۶.۴   | مسئله مد فونون از سیستم دو بعدی.....          | ۱۳۵ |
| ۷.۴   | مسئله، انرژی پاشندگی در نزدیکی $k_0$ .....    | ۱۳۸ |
| ۸.۴   | مسئله: چگالی حالت های یک ابررسانا:.....       | ۱۴۱ |
| ۹.۴   | مسئله گاف انرژی.....                          | ۱۴۳ |
| ۱۰.۴  | مسئله: چگالی حالتها برای نوارهای جفت شده..... | ۱۴۴ |
| ۱۱.۴  | سوال: ابعاد نامحدود $dos$ .....               | ۱۴۶ |
| ۱۲.۴  | مسئله: گاز الکترونی دو بعدی.....              | ۱۴۸ |

## فصل پنجم:

- ۱.۵ مسئله: مدل تنگ پکیده ..... ۱۵۲
- ۲.۵ مسأله: هیبریداسیون باند انرژی ..... ۱۵۵
- ۳.۵ سوال: قطبیدگی ..... ۱۵۹
- ۴.۵ پولاریتون ها: ..... ۱۶۲
- ۶.۵ مسأله: تبدیلات هولستین - پریماکف ..... ۱۶۳
- ۷.۵ سوال : نمایش Dyson-Maleev ..... ۱۶۴
- ۸.۵ اسپین موج ..... ۱۶۴
- ۹.۵ مسأله: امواج اسپینی ..... ۱۶۷
- ۱۰.۵ مدل هایزنبرگ ناهمسانگ ..... ۱۶۸
- ۱۱.۵ نکته: راه حل ها ..... ۱۶۹
- ۱۲.۵ انرژی حالت پایه: ..... ۱۷۰

## فصل ششم:

### ترمودینامیک شبه فلزات غیربرهمکنشی

- ۱.۶ گرمای خاص فلزات و عایق ها ..... ۱۸۲
- ۲.۶ تعداد فونون ها ..... ۱۸۳
- ۳.۶ انرژی گاز فونون ..... ۱۸۴
- ۴.۶ ضریب حجم گاز فونون ..... ۱۸۶
- ۵.۶ نکته: فونون ها در یک بعد ..... ۱۸۷
- ۶.۶ تقارن حفره ی الکترونی ..... ۱۸۸
- ۷.۶ انتروپی گاز الکترونی بدون واکنش ..... ۱۸۹
- ۸.۶ انرژی آزاد با باند در انرژی فرمی ..... ۱۹۱
- ۹.۶ ضریب حجم در  $T=0$  ..... ۱۹۲
- ۱۰.۶ تابع دمایی ضریب حجم ..... ۱۹۳
- ۱۱.۶ پتانسیل شیمیایی گاز بدون الکترون ..... ۱۹۵
- ۱۲.۶ گرمای ویژه ی  $EuO$  ..... ۱۹۶

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| ۱۳۶ | نکته: مغناطیس کردن در دمای پایین |
| ۱۴۶ | گرمای ویژه ی الکترونیکی          |
| ۱۵۶ | اثر کوآنتومی هال                 |

## فصل هفتم: خواص انتقالی

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| ۱۷  | مقاومت تابع دما                          |
| ۲۷  | تانسور رسانایی                           |
| ۳۷  | روش محاسب                                |
| ۴۷  | لایه ی ناهمسانگرد                        |
| ۵۷  | مدل حامل دو بار، درود                    |
| ۶۷  | رسانایی گرمایی                           |
| ۷۷  | نکته: مقاومت باقیمانده                   |
| ۸۷  | انتقال الکتریکی و گرمایی                 |
| ۹۷  | رسانایی باند پیوند سخت                   |
| ۱۰۷ | اثر هال در فلزات دو بعدی                 |
| ۱۱۷ | نتایج بی الکترونی از روی معادلات بولتزمن |
| ۱۲۷ | راه حل: پیوند $p-n$                      |

## فصل هشتم: خواص نوری

|    |                                          |
|----|------------------------------------------|
| ۱۸ | طیف نمایی انتقال فوری از طریق مادون قرمز |
| ۲۸ | حالت نوری $KBr$                          |
| ۳۸ | نیمه رسانای نوار مستقیم                  |
| ۳۸ | تفازن معکوس                              |
| ۵۸ | رسانایی تابع فرکانس                      |
| ۶۸ | واکنش تابع فرکانس نیمه رسانا             |
| ۸۸ | نوسانات بلاش                             |

## فصل نهم:

### واکنش ها و انتقالات فیزیکی

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۲۳۶ | ۱.۹: پلاریزاسیون خودکار.....                     |
| ۲۳۷ | ۲.۹: آسیب پذیری متفاوت.....                      |
| ۲۳۹ | ۳.۹: مدل هابارد U بزرگ.....                      |
| ۲۴۳ | ۴.۹: مدل دامنه ی بی نهایت هابارد.....            |
| ۲۴۴ | ۵.۹: نکته: مدل اسپین.....                        |
| ۲۴۴ | ۶.۹: سیستم الکترون تک بعدی.....                  |
| ۲۴۷ | ۷.۹: تحریف پیرلز.....                            |
| ۲۴۹ | ۹.۹: آسیب پذیری گاز الکترون تک بعدی.....         |
| ۲۵۰ | ۱۰.۹: دمای اصلی در تقریب لانداو.....             |
| ۲۵۰ | ۱۱.۹: بی ثباتی باند نیمه پر.....                 |
| ۲۵۲ | ۱۲.۹: تنظیم بار ناخالصی.....                     |
| ۲۵۴ | ۱۳.۹: شبکه بندی سطح فرمی در دو بعد.....          |
| ۲۵۶ | ۱۴.۹: راه حل: شبکه بندی سطح فرمی در تک بعدی..... |
| ۲۵۹ | ۱۵.۹: مدل اندرسون.....                           |
| ۲۶۴ | منابع:                                           |