

فیزیک (جلد اوّل)

# مکانیک و گرما

دیوید هالیدی - رابرت رزنیک - کنت کرین

ویرایش پنجم

۲۰۰۲

مترجمان:

امیر هوشنگ رضانی - عبدالعلی مقدم سرای

محمد مرادی - محمود ابراهیم زاده

انتشارات ژاله فام

۱۳۸۴

Halliday, David

هالیدی: دیوید: ۱۹۱۶ - م.  
فیزیک / دیوید هالیدی: رابرت رزنیک: کنت کرین: مترجمان امیر هوشنگ رضانی...[و  
دیگران]. - تهران: ژاله فام: ۱۳۸۴.  
۲ج: مصور: جدول: نمودار.  
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

ISBN 964 - 94718 - 5 - 5: (دوره)

ISBN 964 - 94718 - 6 - 3: (جلد ۱): ۵۵۰۰۰ ریال

ISBN 964 - 94718 - 7 - 1: (جلد ۲): ۴۵۰۰۰ ریال

Physics, 5th, c2002.

عنوان اصلی:

مندرجات: ۱. مکانیک و گرما. - ج. ۲: الکتریسیته و مغناطیس.

۱. فیزیک. ۲. فیزیک - مسائل: تمرینها و غیره. الف. رسنیک: رابرت: ۱۹۲۳ - م.

Resnick, Robert. ب. کرین: کنت: Krane, Kenneth s. ج. رضانی: امیر هوشنگ:

۱۳۵۱ - مترجم: د. عنوان

QC ۲۱/۲/۵۲ ۸۷ف

۱۳۸۴

کتابخانه ملی ایران

۵۳۰

۱۸۰۷۱ - ۸۴م

نام کتاب:

فیزیک (جلد اول) مکانیک و گرما - ویرایش پنجم (۲۰۰۲)

تألیف:

دیوید هالیدی - رابرت رزنیک - کنت کرین

مترجمان:

امیر هوشنگ رضانی - عبدالعلی مقدم سرای

ناشر:

محمد مرادی - محمود ابراهیم زاده

حروفنگای و صفحه آرایی:

انتشارات ژاله فام

گروه هنری ژز

لیتوگرافی:

طیف نگار

چاپ و صحافی:

دیبا - مهرآوران

نوبت چاپ

اول - مهر ۱۳۸۴

شمارگان:

۵۳۰۰ نسخه

قیمت:

۵۵۰۰۰ ریال

شابک دوره: ۵ - ۵ - ۹۴۷۱۸ - ۹۶۴

شابک جلد اول: ۳ - ۶ - ۹۴۷۱۸ - ۹۶۴

مرکز پخش:

● انتشارات آذریاد: تهران - میدان انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - مابین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت  
(منیری جاوید) - جنب انتشارات امیرکبیر - ساختمان ۱۴۵۴ - طبقه سوم - تلفن: ۶۶۴۹۵۰۴۸ - تلفکس ۶۶۴۹۶۱۲۳

## پیشگفتار مترجمان

کتاب حاضر یکی از کتاب‌های معتبر درسی، در فیزیک پایه در دانشگاه‌های جهان می‌باشد. در کشور ما نیز این کتاب با توجه به انسجام مطالب و روانی آن جای خود را در دانشگاه‌ها باز نموده است و به عنوان یکی از مراجع در دروس پایه انتخاب شده است. ویرایش‌های مختلفی از این کتاب ترجمه شده است، و ویرایش حاضر جدیدترین آن می‌باشد. نحوه ارائه مطالب نسبت به قبل تفاوت چندانی ندارد ولی از آنجاییکه در ویرایش‌های قدیمی تکیه بر مسایل پارامتری بود و همین مسأله باعث می‌گشت دانشجو در مسایل عملی و عددی به مشکل برخورد کند، در ویرایش‌های جدید کتاب، این اشکال رفع شده است. نکته دیگری که در این کتاب مشاهده می‌شود نحوه ارائه سئوالات به چهار صورت چندگزینه‌ای و پرسش و نیز تمرین و مسأله می‌باشد. در ضمن، در مسایل عددی به وضوح سعی شده، اعداد با واقعیات تجربی و آزمایشگاهی کاملاً همخوانی داشته باشد. امید است ترجمه این کتاب، قدمی مثبت هرچند کوچک در راه خدمت به جامعه فرهنگی و دانشگاهی باشد.

در انتها از اتمام اساتید و صاحب‌نظران و دانشجویان عزیزی که کتاب را مطالعه می‌کنند، تقاضا می‌نماییم تا اگر خطا و یا ابهامی در مطالب مشاهده کردند از تذکر آن دریغ نفرمایند و یا بطور مستقیم به ما تذکر دهند و یا به آدرس [Far\\_Noor2001@yahoo.com](mailto:Far_Noor2001@yahoo.com) اطلاع دهند تا در چاپ‌های بعدی نسبت به اصلاح آن اقدام گردد.

## فهرست مطالب

### مکانیک

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| فصل ۱ اندازه گیری .....                        | ۱  |
| ۱-۱ کمیت‌های فیزیکی، استانداردها و یکاها ..... | ۱  |
| ۲-۱ دستگاه بین‌المللی یکاها .....              | ۲  |
| ۳-۱ استاندارد زمان .....                       | ۴  |
| ۴-۱ استاندارد طول .....                        | ۶  |
| ۵-۱ استاندارد جرم .....                        | ۷  |
| ۶-۱ دقت و ارقام معنی‌دار .....                 | ۹  |
| ۷-۱ تحلیل ابعادی .....                         | ۱۰ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای .....                     | ۱۱ |
| پرسشها .....                                   | ۱۱ |
| تمرینها .....                                  | ۱۳ |
| مسائل .....                                    | ۱۵ |
| فصل ۲ حرکت یک بعدی .....                       | ۱۷ |
| ۱-۲ سینماتیک برداری .....                      | ۱۷ |
| ۲-۲ خواص بردارها .....                         | ۱۸ |
| ۳-۲ بردارهای مکان، سرعت و شتاب .....           | ۲۲ |
| ۴-۲ سینماتیک یک بعدی .....                     | ۲۵ |
| ۵-۲ حرکت با شتاب ثابت .....                    | ۳۲ |
| ۶-۲ سقوط آزاد اجسام .....                      | ۳۴ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای .....                     | ۳۷ |
| پرسشها .....                                   | ۳۹ |
| تمرینها .....                                  | ۴۱ |
| مسائل .....                                    | ۴۶ |
| مسئله کامپیوتری .....                          | ۴۹ |
| فصل ۳ نیرو و قوانین نیوتون .....               | ۵۰ |
| ۱-۳ مکانیک کلاسیک .....                        | ۵۰ |
| ۲-۳ قانون اول نیوتون .....                     | ۵۱ |
| ۳-۳ نیرو .....                                 | ۵۴ |
| ۴-۳ جرم .....                                  | ۵۶ |

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| ۵۸ | ۵-۳ قانون دوم نیوتون               |
| ۶۰ | ۶-۳ قانون سوم نیوتون               |
| ۶۴ | ۷-۳ وزن و جرم                      |
| ۶۶ | ۸-۳ کاربرد قوانین نیوتون در یک بعد |
| ۶۹ | پرسشهای چند گزینه‌ای               |
| ۷۰ | پرسشها                             |
| ۷۳ | تمرینها                            |
| ۷۶ | مسائل                              |
| ۷۸ | مسئله کامپیوتری                    |

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۷۹  | فصل ۴ حرکت دو بعدی و سه بعدی                      |
| ۷۹  | ۱-۴ حرکت سه بعدی با شتاب ثابت                     |
| ۸۱  | ۲-۴ قانونهای نیوتون به صورت برداری                |
| ۸۳  | ۳-۴ حرکت پرتابی                                   |
| ۸۷  | ۴-۴ نیروهای مقارم و حرکتی پرتابه‌ها (مطالعه آزاد) |
| ۹۰  | ۵-۴ حرکت دایره‌ای یکنواخت                         |
| ۹۲  | ۶-۴ حرکت نسبی                                     |
| ۹۳  | پرسشهای چند گزینه‌ای                              |
| ۹۷  | پرسشها                                            |
| ۹۹  | تمرینها                                           |
| ۱۰۳ | مسائل                                             |
| ۱۰۷ | مسئله کامپیوتری                                   |

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| ۱۰۸ | فصل ۵ کاربردهای قوانین نیوتون                   |
| ۱۰۸ | ۱-۵ قانونهای نیرو                               |
| ۱۰۹ | ۲-۵ کشش و نیروهای عمودی                         |
| ۱۱۶ | ۳-۵ نیروهای اصطکاکی                             |
| ۱۲۱ | ۴-۵ دینامیک حرکت دایره‌ای یکنواخت               |
| ۱۲۴ | ۵-۵ نیروهای وابسته به زمان (مطالعه آزاد)        |
| ۱۲۵ | ۶-۵ چارچوب‌های ناخست و شبه نیروها (مطالعه آزاد) |
| ۱۲۸ | ۷-۵ محدودیت‌های قوانین نیوتون (مطالعه آزاد)     |
| ۱۳۰ | پرسشهای چند گزینه‌ای                            |
| ۱۳۱ | پرسشها                                          |
| ۱۳۳ | تمرینها                                         |
| ۱۳۸ | مسائل                                           |
| ۱۴۲ | مسئله کامپیوتری                                 |

|     |                       |
|-----|-----------------------|
| ۱۴۳ | فصل ۶ تکانه           |
| ۱۴۳ | ۱-۶ برخورد            |
| ۱۴۵ | ۲-۶ تکانه خطی         |
| ۱۴۶ | ۳-۶ ضربه و تکانه      |
| ۱۴۹ | ۴-۶ پایداری تکانه     |
| ۱۵۱ | ۵-۶ برخوردهای دو جسمی |

|     |                      |
|-----|----------------------|
| ۱۵۶ | پرسشهای چند گزینه‌ای |
| ۱۵۷ | پرسشها               |
| ۱۵۸ | تمرینها              |
| ۱۶۱ | مسائل                |
| ۱۶۵ | مسئله کامپیوتری      |

## فصل ۷ دستگاه‌های ذرات..... ۱۶۶

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| ۱۶۶ | ۱-۷ حرکت یک جسم مرکب                     |
| ۱۶۷ | ۲-۷ دستگاههای دو ذره‌ای                  |
| ۱۷۰ | ۳-۷ دستگاههای چند ذره‌ای                 |
| ۱۷۴ | ۴-۷ مرکز جرم اجسام صلب                   |
| ۱۷۷ | ۵-۷ پایداری نکانه در دستگاهی از ذرات     |
| ۱۷۹ | ۶-۷ دستگاههای با جرم متغیر (مطالعه آزاد) |
| ۱۸۱ | پرسشهای چند گزینه‌ای                     |
| ۱۸۳ | پرسشها                                   |
| ۱۸۵ | تمرینها                                  |
| ۱۸۸ | مسائل                                    |
| ۱۸۹ | مسئله کامپیوتری                          |

## فصل ۸ سینماتیک دورانی..... ۱۹۰

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۹۰ | ۱-۸ حرکت دورانی                                             |
| ۱۹۲ | ۲-۸ متغیرهای دورانی                                         |
| ۱۹۴ | ۳-۸ کمیت‌های دورانی به صورت بردار                           |
| ۱۹۶ | ۴-۸ دوران با شتاب زاویه‌ای ثابت                             |
| ۱۹۷ | ۵-۸ رابطه میان سینماتیک خطی و زاویه‌ای                      |
| ۱۹۹ | ۶-۸ روابط برداری میان متغیرهای خطی و زاویه‌ای (مطالعه آزاد) |
| ۲۰۱ | پرسشهای چند گزینه‌ای                                        |
| ۲۰۲ | پرسشها                                                      |
| ۲۰۳ | تمرینها                                                     |
| ۲۰۶ | مسائل                                                       |
| ۲۰۸ | مسئله کامپیوتری                                             |

## فصل ۹ دینامیک دورانی..... ۲۰۹

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۲۰۹ | ۱-۹ گشتاور                                        |
| ۲۱۳ | ۲-۹ لختی دورانی و قانون دوم نیوتون                |
| ۲۱۸ | ۳-۹ لختی دورانی اجسام صلب                         |
| ۲۲۲ | ۴-۹ گشتاور ناشی از گرانش                          |
| ۲۲۴ | ۵-۹ کاربرد قوانین نیوتون در حالت تعادل دورانی     |
| ۲۲۹ | ۶-۹ کاربرد قوانین نیوتون در حالت عدم تعادل دورانی |
| ۲۳۱ | ۷-۹ ترکیب حرکت انتقالی و دورانی                   |
| ۲۳۶ | پرسشهای چند گزینه‌ای                              |
| ۲۳۷ | پرسشها                                            |
| ۲۳۹ | تمرینها                                           |

|     |                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|
| ۲۴۵ | مسائل                                                              |
| ۲۴۹ | فصل ۱۰ تکانه زاویه‌ای                                              |
| ۲۴۹ | ۱-۱۰ تکانه زاویه‌ای ذره                                            |
| ۲۵۱ | ۲-۱۰ دستگاههای ذرات                                                |
| ۲۵۴ | ۳-۱۰ تکانه زاویه‌ای در سرعت زاویه‌ای                               |
| ۲۵۹ | ۴-۱۰ پایداری تکانه زاویه‌ای                                        |
| ۲۶۴ | ۵-۱۰ فرفره چرخان                                                   |
| ۲۶۶ | ۶-۱۰ مروری بر دینامیک                                              |
| ۲۶۷ | پرسشهای چند گزینه‌ای                                               |
| ۲۶۸ | پرسشها                                                             |
| ۲۷۰ | تمرینها                                                            |
| ۲۷۳ | مسائل                                                              |
| ۲۷۵ | فصل ۱۱ انرژی «۱» کار و انرژی جنبشی                                 |
| ۲۷۵ | ۱-۱۱ کار انرژی                                                     |
| ۲۷۶ | ۲-۱۱ کار انجام شده توسط نیروی ثابت                                 |
| ۲۸۱ | ۳-۱۱ توان                                                          |
| ۲۸۲ | ۴-۱۱ کار انجام شده توسط نیروی متغیر                                |
| ۲۸۵ | ۵-۱۱ کار انجام شده به وسیله نیروی متغیر: حالت دوبعدی (مطالعه آزاد) |
| ۲۸۷ | ۶-۱۱ انرژی جنبشی و قضیه کار و انرژی                                |
| ۲۹۱ | ۷-۱۱ کار و انرژی جنبشی در حرکت دورانی                              |
| ۲۹۴ | ۸-۱۱ انرژی جنبشی در برخوردها                                       |
| ۲۹۷ | پرسشهای چند گزینه‌ای                                               |
| ۲۹۸ | پرسشها                                                             |
| ۳۰۰ | تمرینها                                                            |
| ۳۰۳ | مسائل                                                              |
| ۳۰۷ | مسئله کامپیوتری                                                    |
| ۳۰۸ | فصل ۱۲ انرژی «۲» انرژی پتانسیل                                     |
| ۳۰۸ | ۱-۱۲ نیروهای پاستار                                                |
| ۳۱۱ | ۲-۱۲ انرژی پتانسیل                                                 |
| ۳۱۳ | ۳-۱۲ پایداری انرژی مکانیکی                                         |
| ۳۱۶ | ۴-۱۲ پایداری انرژی در حرکت دورانی                                  |
| ۳۱۹ | ۵-۱۲ دستگاههای پاستار یک بعدی: حل کامل                             |
| ۳۲۲ | ۶-۱۲ دستگاههای پاستار سه بعدی (مطالعه آزاد)                        |
| ۳۲۳ | پرسشهای چند گزینه‌ای                                               |
| ۳۲۴ | پرسشها                                                             |
| ۳۲۵ | تمرینها                                                            |
| ۳۲۹ | مسائل                                                              |
| ۳۳۲ | مسئله کامپیوتری                                                    |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| فصل ۱۳ انرژی پایستگی انرژی                        | ۳۳۳ |
| ۱-۱۳ کاری که نیروی خارجی روی دستگاه انجام می‌دهد  | ۳۳۳ |
| ۲-۱۳ انرژی داخلی در دستگاه ذرات                   | ۳۳۵ |
| ۳-۱۳ کار نیروی اصطکاک                             | ۳۳۷ |
| ۴-۱۳ پایستگی انرژی در دستگاهی از ذرات             | ۳۳۹ |
| ۵-۱۳ انرژی مرکز جرم                               | ۳۴۱ |
| ۶-۱۳ واکنشها و فرآیندها و پاشی                    | ۳۴۵ |
| ۷-۱۳ انتقال انرژی از طریق تبادل گرما              | ۳۴۷ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای                              | ۳۵۰ |
| پرسشها                                            | ۳۵۲ |
| تمرینها                                           | ۳۵۳ |
| مسائل                                             | ۳۵۵ |
| مسئله کامپیوتری                                   | ۳۵۶ |
| فصل ۱۴ گرانش                                      | ۳۵۸ |
| ۱-۱۴ منشأ قانون گرانش                             | ۳۵۸ |
| ۲-۱۴ قانون گرانش جهانی نیوتون                     | ۳۶۰ |
| ۳-۱۴ ثابت گرانش G                                 | ۳۶۲ |
| ۴-۱۴ گرانش در مجاورت سطح زمین                     | ۳۶۴ |
| ۵-۱۴ قضیه‌های پوسته                               | ۳۶۶ |
| ۶-۱۴ انرژی پتانسیل گرانشی                         | ۳۶۹ |
| ۷-۱۴ حرکت سیارات و ماهواره‌ها                     | ۳۷۳ |
| ۸-۱۴ میدان گرانشی (مطالعه آزاد)                   | ۳۷۸ |
| ۹-۱۴ پیشرفت‌های جدید در زمینه گرانش (مطالعه آزاد) | ۳۷۹ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای                              | ۳۸۲ |
| پرسشها                                            | ۳۸۵ |
| تمرینها                                           | ۳۸۷ |
| مسائل                                             | ۳۹۰ |
| مسئله کامپیوتری                                   | ۳۹۵ |

## گرما

### بر طبق فصل‌های کتاب اورژینال

|                        |     |
|------------------------|-----|
| فصل ۲۱ دما             | ۳۹۷ |
| ۱-۲۱ دما و تعادل دمایی | ۳۹۷ |
| ۲-۲۱ مقیاس‌های دمایی   | ۳۹۹ |
| ۳-۲۱ اندازه‌گیری دما   | ۴۰۰ |
| ۴-۲۱ انبساط دمایی      | ۴۰۳ |
| ۵-۲۱ گاز کامل          | ۴۰۷ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای   | ۴۰۸ |
| پرسشها                 | ۴۰۹ |
| تمرینها                | ۴۱۰ |
| مسائل                  | ۴۱۳ |
| مسئله کامپیوتری        | ۴۱۶ |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| فصل ۲۲ خواص ملکولی گازها .....                          | ۴۱۷ |
| ۱- ۲۲ طبیعت اتمی مواد .....                             | ۴۱۷ |
| ۲- ۲۲ نگاه ملکولی به فشار .....                         | ۴۱۹ |
| ۳- ۲۲ طول میانگین پویش آزاد .....                       | ۴۲۱ |
| ۴- ۲۲ توزیع تندی ملکول‌ها .....                         | ۴۲۳ |
| ۵- ۲۲ توزیع انرژی ملکول‌ها .....                        | ۴۲۷ |
| ۶- ۲۲ معادلات حالت در گازهای طبیعی .....                | ۴۲۸ |
| ۷- ۲۲ نیروهای بین ملکولی (اختیاری) .....                | ۴۳۰ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای .....                              | ۴۳۲ |
| پرسشها .....                                            | ۴۳۳ |
| تمرینها .....                                           | ۴۳۴ |
| مسائل .....                                             | ۴۳۶ |
| مسئله کامپیوتری .....                                   | ۴۳۷ |
| فصل ۲۳ قانون اول ترمودینامیک .....                      | ۴۳۹ |
| ۱- ۲۳ گرما: انتقال انرژی .....                          | ۴۳۹ |
| ۲- ۲۳ انتقال گرما .....                                 | ۴۴۰ |
| ۳- ۲۳ قانون اول ترمودینامیک .....                       | ۴۴۴ |
| ۴- ۲۳ ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه .....            | ۴۴۶ |
| ۵- ۲۳ کاری که روی گاز یا بوسیله آن افزایش می‌یابد ..... | ۴۴۹ |
| ۶- ۲۳ انرژی درونی گاز کامل .....                        | ۴۵۲ |
| ۷- ۲۳ ظرفیت گرمایی گاز کامل .....                       | ۴۵۴ |
| ۸- ۲۳ کاربرد قانون اول ترمودینامیک .....                | ۴۵۷ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای .....                              | ۴۶۰ |
| پرسشها .....                                            | ۴۶۲ |
| تمرینها .....                                           | ۴۶۳ |
| مسائل .....                                             | ۴۶۷ |
| مسئله کامپیوتری .....                                   | ۴۶۹ |
| فصل ۲۴ انتروپی و قانون دوم ترمودینامیک .....            | ۴۷۱ |
| ۱- ۲۴ فرایندهای یک طرفه .....                           | ۴۷۱ |
| ۲- ۲۴ تعریف تغییر انتروپی .....                         | ۴۷۲ |
| ۳- ۲۴ تغییر انتروپی در فرایندهای بازگشت‌ناپذیر .....    | ۴۷۳ |
| ۴- ۲۴ قانون دوم ترمودینامیک .....                       | ۴۷۷ |
| ۵- ۲۴ انتروپی و نحوه کار موتورها .....                  | ۴۷۸ |
| ۶- ۲۴ انرژی و یخچال .....                               | ۴۸۱ |
| ۷- ۲۴ کارایی ماشین‌های واقعی .....                      | ۴۸۳ |
| ۸- ۲۴ نگاهی تازه به قانون دوم .....                     | ۴۸۴ |
| ۹- ۲۴ نگاه آماری به انتروپی .....                       | ۴۸۵ |
| پرسشهای چند گزینه‌ای .....                              | ۴۸۸ |
| پرسشها .....                                            | ۴۹۰ |
| تمرینها .....                                           | ۴۹۱ |
| مسائل .....                                             | ۴۹۳ |

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| ۴۹۷ | پیوستها                      |
| ۴۹۸ | پیوست الف                    |
| ۵۰۰ | پیوست ب                      |
| ۵۰۲ | پیوست ج                      |
| ۵۰۴ | پیوست د                      |
| ۵۰۸ | پیوست هـ                     |
| ۵۰۹ | پیوست و                      |
| ۵۱۱ | پیوست ز                      |
| ۵۱۵ | پیوست ح                      |
| ۵۱۸ | بردارها                      |
| ۵۲۱ | مشتقها و انتگرالها           |
| ۵۲۲ | پاسخ به مسائل و تمرینهای فرد |

www.ketab.ir