

# تشریح کامل مسائل فیزیک (جلد اول) مکانیک

ویرایش دهم (۲۰۱۴)

دیوید هالیدی - رابرت رزنیگ - یرل واکر



مؤلف: محمد مرادی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# راهنمای حل مسائل فیزیک

رابرت رزنیک، دیوید هالیدی، کنت اس. کرین

جلد اول

مکانیک

(ویرایش دهم)

تالیف:

محمد مرادی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج



انتشارات موجک (ناشر دانشگاهی)



سرشناسه : مرادی، محمد، ۱۳۴۸ -

عنوان و نام پدیدآور : راهنمای حل مسائل فیزیک رابرت رزنیک، دیوید هالیدی، کنت اس. کرین / تالیف محمد مرادی.  
مشخصات نشر : تهران: انتشارات موجک، ۱۴۰۲ -

مشخصات ظاهری : ج.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۴-۶۳۵-۸

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت : کتاب حاضر راهنمای جلد اول ویراست دهم کتاب "فیزیک" تالیف رابرت رزنیک، دیوید هالیدی و کنت کرین است.

مندرجات : ج. ۱. مکانیک. -

موضوع : فیزیک

موضوع : Physics

موضوع : فیزیک -- راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع : Physics -- Study and teaching (Higher)

موضوع : فیزیک -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)

موضوع : Physics -- Problems, exercises, etc. (Higher)

شناسه افزوده : رسنیک، رابرت، ۱۹۲۳ - م. فیزیک

شناسه افزوده : هالیدی، دیوید، ۱۹۱۶ - م. فیزیک

شناسه افزوده : کرین، کنت. فیزیک

رده بندی کنگره : QC ۲۱/۳

رده بندی دیویی : ۵۳۰/۰۷۶

شماره کتابشناسی ملی : ۹۳۱۷۵۱۷

اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیا

انتشارات موجک (ناشر دانشگاهی)

واتساپ : ۰۹۳۶۳۰۳۱۲۵۸ کانال: telegram.me/mojak1

تلفن مرکز پخش : ۰۲۶۳۲۷۰۵۳۱۸ - ۰۲۶۳۲۷۰۲۶۵۹ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳ - ۰۲۱۶۶۴۲۹۷۳۳

ایمیل : mojakpublication@yahoo.com

سایت: www.mojak.ir اینستاگرام: mojakpublication



عنوان : راهنمای حل مسائل فیزیک

تالیف : محمد مرادی

مشخصات ظاهری : ۴۲۲ صفحه، قطع وزیری

چاپ اول : تابستان ۱۴۰۲، تیراژ : ۵۰۰ جلد

قیمت : ۴۹۱۰۰۰۰ ریال، شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۴-۶۳۵-۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای انتشارات موجک محفوظ است. هیچ شخص حقیقی و حقوقی حق چاپ و تکثیر این اثر را به هر شکل و صورت اعم از فتوکپی، چاپ کتاب و ... را ندارد. متخلفین به موجب بند ۵ ماده قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: اندازه‌گیری ..... ۱۱

۱-۱ کمیت‌های فیزیکی، استانداردها، و یکاها ..... ۱۱

۲-۱ دستگاه بین‌المللی یکاها ..... ۱۱

۳-۱ استاندارد زمان ..... ۱۲

۴-۱ استاندارد طول ..... ۱۵

۵-۱ استاندارد جرم ..... ۱۹

۶-۱ دقت و رقم‌های بامعنی ..... ۲۰

۷-۱ تحلیل ابعادی ..... ۲۱

۸-۱ مسئله‌ها ..... ۲۲

### فصل دوم: حرکت در یک بعد ..... ۲۷

۱-۲ سینماتیک یا بردارها ..... ۲۷

۲-۲ ویژگی‌های بردارها ..... ۲۷

۳-۲ بردارهای مکان، سرعت، و شتاب ..... ۳۱

۴-۲ سینماتیک یک بُعدی ..... ۳۶

۵-۲ حرکت با شتاب ثابت ..... ۴۶

۶-۲ سقوط آزاد اجسام ..... ۴۹

۷-۲ مسئله‌ها ..... ۵۳

### فصل سوم: نیرو و قانون‌های نیوتن ..... ۷۳

۷۳	۱-۳ مکانیک کلاسیک .....
۷۳	۲-۳ قانون اول نیوتن .....
۷۳	۳-۳ نیرو .....
۷۳	۴-۳ جرم .....
۷۳	۵-۳ قانون دوم نیوتن .....
۷۷	۶-۳ قانون سوم نیوتن .....
۷۷	۷-۳ وزن و جرم .....
۷۹	۸-۳ کاربرد قانون‌های نیوتن .....
۸۳	۹-۳ مسئله‌ها .....

#### فصل چهارم: حرکت در دو و سه بعد ..... ۹۱

۹۱	۱-۴ حرکت در سه بُعد با شتاب ثابت .....
۹۳	۲-۴ قانون‌های نیوتون به شکل سه بعدی .....
۹۷	۳-۴ حرکت پرتابی .....
۱۰۴	۴-۴ نیروهای کشش و حرکت پرتابه‌ها .....
۱۰۶	۵-۴ حرکت دایره‌ای یکنواخت .....
۱۰۸	۶-۴ حرکت نسبی .....
۱۱۱	۷-۴ مسئله‌ها .....

#### فصل پنجم: کاربرد قانون‌های نیوتن ..... ۱۲۹

۱۲۹	۱-۵ قانون‌های نیرو .....
۱۲۹	۲-۵ کشش و نیروهای قائم .....
۱۳۲	۳-۵ نیروهای اصطکاک .....
۱۴۴	۴-۵ دینامیک حرکت دایره‌ای یکنواخت .....
۱۵۳	۵-۵ نیروهای وابسته به زمان .....



- ۱۵۴ ..... ۶-۵ چارچوب‌های نالخت و شبه نیروها
- ۱۵۴ ..... ۷-۵ محدودیت قانون‌های نیوتون
- ۱۵۵ ..... ۸-۵ مسئله‌ها

### فصل ششم: تکانه ..... ۱۶۹

- ۱۶۹ ..... ۱-۶ برخوردها
- ۱۶۹ ..... ۲-۶ تکانه خطی
- ۱۷۰ ..... ۳-۶ ضرب و تکانه
- ۱۷۵ ..... ۴-۶ پایداری تکانه
- ۱۷۶ ..... ۵-۶ برخوردهای دوجسمی
- ۱۸۴ ..... ۶-۶ مسئله‌ها

### فصل هفتم: دستگاه ذرات ..... ۱۹۹

- ۱۹۹ ..... ۱-۷ حرکت یک جسم مرکب
- ۱۹۹ ..... ۲-۷ دستگاه‌های دو ذره‌ای
- ۲۰۳ ..... ۳-۷ دستگاه‌های بس ذره‌ای
- ۲۰۴ ..... ۴-۷ مرکز جرم اجسام جامد
- ۲۰۵ ..... ۵-۷ پایداری تکانه در دستگاهی از ذرات
- ۲۰۶ ..... ۶-۷ دستگاه‌های با جرم متغیر
- ۲۰۹ ..... ۷-۷ مسئله‌ها

### فصل هشتم: سینماتیک چرخشی ..... ۲۱۷

- ۲۱۷ ..... ۱-۸ حرکت چرخشی
- ۲۱۷ ..... ۲-۸ متغیرهای چرخشی
- ۲۲۰ ..... ۳-۸ کمیت‌های چرخشی به صورت بردارها

- ۴-۸ چرخش با شتاب زاویه‌ای ثابت ..... ۲۲۱
- ۵-۸ رابطه‌های موجود بین متغیرهای خطی و زاویه‌ای ..... ۲۲۵
- ۶-۸ رابطه‌های برداری بین متغیرهای خطی و زاویه‌ای ..... ۲۲۹
- ۷-۸ مسئله‌ها ..... ۲۳۱

### فصل نهم: دینامیک چرخشی ..... ۲۴۱

- ۱-۹ گشتاور نیرو ..... ۲۴۱
- ۲-۹ لختی دورانی و قانون دوم نیوتن ..... ۲۴۵
- ۳-۹ لختی دورانی اجسام صلب ..... ۲۴۶
- ۴-۹ گشتاور نیروی ناشی از گرانی ..... ۲۵۰
- ۵-۹ کاربردهای تعادلی قانون‌های نیوتن برای چرخش ..... ۲۵۰
- ۶-۹ کاربردهای غیرتعادلی قانون‌های نیوتن برای چرخش ..... ۲۵۵
- ۷-۹ ترکیب حرکت‌های چرخشی و انتقالی ..... ۲۵۹
- ۸-۹ مسئله‌ها ..... ۲۶۱

### فصل دهم: تکانه زاویه‌ای ..... ۲۷۷

- ۱-۱۰ تکانه زاویه‌ای ذره ..... ۲۷۷
- ۲-۱۰ دستگاه‌های ذرات ..... ۲۷۹
- ۳-۱۰ تکانه زاویه‌ای و سرعت زاویه‌ای ..... ۲۸۱
- ۴-۱۰ پایستگی تکانه زاویه‌ای ..... ۲۸۵
- ۵-۱۰ فرفره چرخان ..... ۲۸۹
- ۶-۱۰ مروری بر دینامیک چرخشی ..... ۲۸۹
- ۷-۱۰ مسئله‌ها ..... ۲۹۰

### فصل یازدهم: کار و انرژی جنبشی ..... ۲۹۹

۲۹۹	.....	۱-۱۱ کار و انرژی
۲۹۹	.....	۲-۱۱ کار یک نیروی ثابت
۳۰۲	.....	۳-۱۱ توان
۳۰۵	.....	۴-۱۱ کار نیروی متغیر
۳۰۶	.....	۵-۱۱ کار نیروی متغیر: مورد دوبعدی
۳۰۷	.....	۶-۱۱ انرژی جنبشی و قضیه کار-انرژی
۳۱۰	.....	۷-۱۱ کار و انرژی جنبشی در حرکت چرخشی
۳۱۲	.....	۸-۱۱ انرژی جنبشی در برخوردها
۳۱۴	.....	۹-۱۱ مسئله‌ها

### فصل دوازدهم: انرژی پتانسیل ..... ۳۳۳

۳۳۳	.....	۱-۱۲ نیروهای پایستار
۳۳۳	.....	۲-۱۲ انرژی پتانسیل
۳۳۴	.....	۳-۱۲ پایستگی انرژی مکانیکی
۳۴۲	.....	۴-۱۲ پایستگی انرژی در حرکت چرخشی
۳۴۵	.....	۵-۱۲ دستگاه‌های پایستار یک بعدی: جواب کامل
۳۴۶	.....	۶-۱۲ دستگاه‌های پایستار سه بعدی
۳۴۸	.....	۷-۱۲ مسئله‌ها

### فصل سیزدهم: پایستگی انرژی ..... ۳۶۱

۳۶۱	.....	۱-۱۳ کار نیروهای خارجی روی یک دستگاه
۳۶۳	.....	۲-۱۳ انرژی داخلی در دستگاهی از ذرات
۳۶۳	.....	۳-۱۳ کار اصطکاک
۳۶۶	.....	۴-۱۳ پایستگی انرژی در دستگاهی از ذرات
۳۶۷	.....	۵-۱۳ انرژی مرکز جرم

- ۱۳-۶ واپاش‌های و واکنش‌ها ..... ۳۷۰
- ۱۳-۷ انتقال انرژی به وسیله گرما ..... ۳۷۰
- ۱۳-۸ مسئله‌ها ..... ۳۷۰

### فصل چهاردهم: گرانش ..... ۳۷۹

- ۱۴-۱ منشأ قانون گرانش ..... ۳۷۹
- ۱۴-۲ قانون گرانش عمومی نیوتن ..... ۳۷۹
- ۱۴-۳ ثابت گرانشی  $G$  ..... ۳۸۰
- ۱۴-۴ گرانش در نزدیکی سطح زمین ..... ۳۸۰
- ۱۴-۵ دو قضیه پوستانای ..... ۳۸۲
- ۱۴-۶ انرژی پتانسیل گرانشی ..... ۳۸۳
- ۱۴-۷ حرکت سیارات و ماهواره‌ها ..... ۳۸۸
- ۱۴-۸ میدان گرانشی ..... ۳۹۷
- ۱۴-۹ دستاوردهای جدید در گرانش ..... ۳۹۷
- ۱۴-۱۰ مسئله‌ها ..... ۳۹۷

# فصل اول

## اندازه‌گیری

### ۱-۱ کمیت‌های فیزیکی، استانداردها، و یکاها

#### ۲-۱ دستگاه بین‌المللی یکاها

۱. با استفاده از پیشوندهای جدول ۲-۱ عبارت‌های زیر را بیان کنید:

(الف)  $10^6$  فون؛ (ب)  $10^{-6}$  فون؛ (ج)  $10^1$  کارت؛ (د)  $10^9$  لو؛ (ه)  $10^{12}$  ورسن؛ (و)  $10^{-1}$  مال؛ (ز)  $10^{-2}$  مانتال؛ (ح)  $10^{-9}$  سو؛ (ط)  $10^{-12}$  بو؛  $10^{-18}$  ماتیک؛ (ک)  $10^2 \times 10$  بز؛ (ل)  $10^3 \times 10$

مرغ. با توجه به این مثال‌ها خودتان بیشتری را بسازید.\*

حل: با توجه به جدول می‌توان به پاسخ‌های زیر رسید:

الف) مگافون	ب) میکروفون	ج) دکاکارت	د) گیگالو
ه) ترافیک	و) دسی بل	ز) سانتی‌گراد	ح) اپیکومتر
ط) آتومیسیم	ی) هکتوگرم	ک) کیلووات	

۲. بعضی از پیشوندهای مربوط به یکاهای  $SL$  وارد زبان معمولی شده است، (الف) معادل هفتگی حقوق سالانه مساوی  $36K$  (مساوی  $36k\$$ ) چقدر است؟ (ب) جایزه اول بخت آزمایی  $10$  مگادالر در طی  $20$  سال پرداخت می‌شود. مبلغ هر چک ماهانه چقدر است؟ (ج) ظرفیت دیسک سخت کامپیوتری  $30 GB$  (۳۰ گیگابایت) است. چند کلمه  $8$  بایتی را می‌توان در آن ذخیره کرد؟

حل: الف) اگر  $x$  را معادل حقوق هفتگی در نظر بگیریم با استفاده از ضرایب تبدیل خواهیم داشت:

$$x = 36k \$ / y = \frac{36 \times 10^3 \$}{52 \text{ week}} = 692/3 \$ / \text{week}$$

\* نگاه کنید به:

(ب) با روش مشابه خواهیم داشت:

$$x = 1.0M \text{ } \$ / 2.0y = \frac{1.0 \times 10^6 \$}{(2.0)(12)mo} = 4/17 \times 10^5 \text{ } \$ / mo$$

(ج) یک روشی دیگر برای تبدیل واحد بستن تناسب است.

$$1 \text{ byte} \quad 1 \text{ word}$$

$$3.0 \times 10^8 \text{ byte} \quad (x) \text{ word}$$

$$x = \frac{3.0 \times 10^8}{8} = 3/75 \times 10^8 \text{ word}$$

### ۳-۱ استاندارد زمان

۳. انریکو فرمی زمانی گفته بود که زمان یک سخنرانی استاندارد (۵۰ دقیقه) نزدیک به ۱ میکروقرن است.

هر میکروقرن چند دقیقه است و چه اختلافی با تقریب فرمی دارد؟

حل: ابتدا یک میکروقرن را بر حسب دقیقه بدست می آوریم.

$$1 \mu c = (1 \times 10^{-6})(1.0)(365)(24)(60) = 52/6 \text{ min}$$

درصد اختلاف عبارت است از درصد نسبت اختلاف به مقدار کمیت،

$$\Delta x = 2/6 \text{ min}$$

$$\frac{\Delta x}{x} \times 100 = \frac{2/6}{50} \times 100 = 5/2 \%$$

۴. فاصله نیویورک از لوس آنجلس در حدود  $3000 \text{ mi}$  است؛ اختلاف ساعت دو شهر در حدود  $3 \text{ h}$  است.

پیرامون کره زمین را محاسبه کنید.

حل: اگر مدت زمان چرخش کامل زمینی به دور خود  $T$ ، محیط آن را با  $P = 2\pi R$  فاصله دو شهر

را با  $s$  و اختلاف زمان را با  $t$  نشان دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{T}{P} = \frac{t}{s} \Rightarrow \frac{24}{P} = \frac{3}{300} \Rightarrow P = 2400 \text{ mil} = 38416 \text{ km}$$

۵. تعداد ثانیه‌ها در هر سال را می توان به راحتی  $\pi$  برابر  $10^7$  در نظر گرفت. این مقدار با چه درصد خطایی

صحیح است؟

حل:

# PHYSICS I

MECHANICS

RESNICK-HALLIDAY-WALKER



ISBN : 978-600-994-635-8

