

فیزیک پیش دانشگاهی

(ویرایش دوم)

تألیف: دکتر محمود قرآن نویس

مهندس حسین جوادی



تهران، ۱۳۷۴

فیزیک پیش‌دانشگاهی / تألیف محمود قرآن‌نویس، حسین جوادی. -

ارزایش ۲ - تهران: ققنوس؛ [بی‌جا]: ارگ، ۱۳۷۴.

ISBN: 978-964-311-050-5 ص. مصور، جدول، نمودار.

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا (فهرست‌نویسی پیش از انتشار)

کتابنامه، ص. ۳۵۹-۳۵۶.

۱. فیزیک. ۲. فیزیک - مسائل، تمرینها و غیره. الف. جوادی، حسین. ب.

عنوان.

۵۳۰

QC۲۱/۲/۴۹

۷۰۸۴-۷۴م

کتابخانه ملی ایران



انتشارات ققنوس

تهران، خیابان انقلاب، خیابان شهیدای رانندگری،

شماره ۱۱۱، تلفن ۴۰ ۸۶ ۴۰ ۶۶

* * *

محمود قرآن‌نویس - حسین جوادی

فیزیک پیش‌دانشگاهی

چاپ هفدهم

۱۶۵۰ نسخه

۱۳۹۲

چاپ شمشاد

حق چاپ محفوظ است

شابک: ۵ - ۵۰ - ۳۱۱ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978-964-311-050-5

www.qoqnoos.ir

Printed in Iran

۱۵۰۰۰ تومان

یادداشت ناشر

کتاب فیزیک پیش دانشگاهی که توسط آقایان دکتر محمود قرآن نویس، استاد فیزیک، و مهندس حسین جوادی، فیزیکدان، تألیف شده است، در شمار بهترین کتابهایی است که در این زمینه می‌تواند مورد استفاده دانشجویان سالهای اول دانشگاهها، دوره‌های پیش دانشگاهی دبیرستانها و نیز شرکت‌کنندگان کنکور قرار گیرد.

برتری این کتاب نسبت به کتابهای مشابه، بویژه در سبک ساده و روشن تألیف و نیز تجارب تدریس مؤلفان است که آن را برای کلیه دانشجویان و علاقه‌مندان بسیار قابل بهره‌گیری و سودمند ساخته است.

به دلایلی که برشمردیم، دو چاپ قبلی آن در سال ۱۳۷۳ در کمتر از چند ماه نایاب شدند و انتشارات ققنوس چاپ سوم این کتاب را در اختیار عموم قرار می‌دهد. انتشار این کتاب پیرو سیاست انتشاراتی این مؤسسه در مورد نشر کتب درسی دانشگاهی و پیش‌دانشگاهی انجام می‌گیرد و ناشر استقبال دانشجویان و خواستاران را ناشی از ارزش کتاب می‌داند و این موفقیت را به مؤلفان دانشمند آن تبریک می‌گوید، و خود امیدوار است که همچون گذشته در انتشار این گونه کتب پیشگام باشد.

به نام خدا

مقدمه ویرایش دوم:

فیزیک پیش دانشگاهی یکی از دروسی است که در تحصیل رشته‌های علمی و فنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دانشجو در این درس ضمن یادآوری و مرور دروس گذشته باید با مطالب فیزیک دانشگاهی آشنا و خود را برای فراگیری آنها مجهز سازد. کتاب حاضر با توجه به موارد بالا و مطابق برنامه درسی فیزیک پیش دانشگاهی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت فرهنگ و آموزش عالی تدوین و تألیف شده است.

این کتاب برای دانشجویان دوره‌های نازدانی، کارشناسی و کارشناسی ارشد پیوسته که می‌خواهند درس فیزیک پیش دانشگاهی را بگذرانند می‌تواند مفید واقع گردد. همچنین دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان (نظام قدیم و نظام جدید) و داوطلبان کنکور می‌توانند از کتاب استفاده ببرند.

تلاش شده مطالب به گونه‌ای ساده و روان مطرح شود و با ذکر مثالهای متنوع مطالعه و درک آن آسان گردد. در تحقق چنین هدفی کتب و جزوات بسیاری از منابع داخلی و خارجی مورد مطالعه قرار گرفته و ضمن آنکه مؤلفین از تجربه تدریس این درس برخوردار می‌باشند، از مشورت و راهنمایی استادان و دبیران با تجربه فیزیک بهره برده‌اند، که بدین وسیله از ایشان به ویژه استاد محترم جناب آقای دکتر محسن علوی نژاد و استاد محترم جناب آقای علی هرنندی تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از استادان محترمی که اشکالات ویرایش اول کتاب را یادآور شده‌اند، سپاسگزاریم. با وجود این اگر نارسائیهایی موجود کتاب تذکر داده شود، موجب خوشحالی و تشکر خواهد شد.

در ویرایش دوم تعدادی مسائل متنوع و مشکل‌تر گنجانده شده تا دانشجویان علاقمند به حل آنها پیردازند. در پایان از مسئولان و کارکنان محترم کامپیوتر سه‌مندی که در حروفچینی و صفحه‌آرایی کتاب همکاری و دقت نظر داشته‌اند تشکر می‌شود.

محمود قرآن نویس - حسین جوادی

آذرماه، ۱۳۷۴

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مندرجات

فصل اول - اندازه گیری و ابعاد

۹	۱-۱ مقدمه
۱۰	۲-۱ یکاها - دستگاه SI
۱۱	۳-۱ یکای طول - متر
۱۲	۴-۱ یکای جرم - کیلوگرم
۱۳	۵-۱ یکای زمان - ثانیه s
۱۳	۶-۱ سایر یکاهای اصلی SI
۱۴	۷-۱ دستگاه گائوسی و دستگاه بریتانیایی
۱۵	۸-۱ معادله فیزیکی و ابعاد
۱۸	۹-۱ تبدیل مقدار یک کمیت از یک دستگاه به دستگاه دیگر
۲۰	تمرینات فصل ۱

فصل دوم - بردارها

۲۳	۱-۲ مقدمه
۲۴	۲-۲ کمیت اسکالر و کمیت برداری
۲۵	۳-۲ جمع برداری
۳۱	۴-۲ مؤلفه های برداری و بردارهای یکانی
۳۴	۵-۲ ضرب اسکالر دو بردار (ضرب داخلی یا ضرب نقطه ای)
۳۵	۶-۲ ضرب برداری دو بردار (ضرب خارجی)
۴۰	تمرینات فصل ۲

فصل سوم - سینماتیک I

۴۳	۱-۳ مقدمه
۴۴	۲-۳ حرکت بر خط راست (حرکت یک بعدی)
۴۷	۳-۳ حرکت یکنواخت - تندى و سرعت
۵۶	۴-۳ سرعت متغیر - حرکت منحنی الخط - سرعت لحظه ای
۶۵	تمرینات فصل ۳

فصل چهارم - سینماتیک II

۶۹	۱-۴ مقدمه
۷۰	۲-۴ شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای
۷۴	۳-۴ حرکت راست خط با شتاب ثابت
۸۰	۴-۴ گرانش و اجسام افتان
۸۲	۵-۴ معادلات حرکت اجسام افتان
۸۹	تمرینات فصل ۴

فصل پنجم - قوانین اول و دوم نیوتون

۹۳	۱-۵ مقدمه
۹۴	۲-۵ قانون اول حرکت نیوتون
۹۶	۳-۵ دستگاه لخت - لختی و حرکت
۹۸	۴-۵ لختی و جرم
۹۹	۵-۵ قانون دوم نیوتون
۱۰۱	۶-۵ جرم و وزن
۱۰۳	۷-۵ اندازه حرکت و ضربه
۱۰۸	۸-۵ نمایش قانون دوم حرکت نیوتون
۱۱۱	۹-۵ بردارها و ترکیب نیروها
۱۱۴	۱۰-۵ سطح شیبدار
۱۱۸	۱۱-۵ آسانسور
۱۲۰	۱۲-۵ تعادل
۱۲۴	تمرینات فصل ۵

فصل ششم - قانون جهانی گرانش و قانون سوم حرکت

۱۳۱	۱-۶ مقدمه
۱۳۳	۲-۶ قانون جهانی گرانش نیوتون
۱۳۷	۳-۶ آزمایش کاوندیش
۱۴۰	۴-۶ قانون سوم حرکت نیوتون
۱۴۳	۵-۶ متزوی کردن یک جسم
۱۴۷	تمرینات فصل ۶

فصل هفتم - اصطکاک

۱۴۹	۱-۷ مقدمه
۱۵۱	۲-۷ اصطکاک ایستایی و اصطکاک لغزشی
۱۵۸	۳-۷ زاویه لغزش یکواخت
۱۶۱	۴-۷ اصطکاک غلتشی

۱۶۳.....	۷-۵ اصطکاک سیال - سرعت نهایی.....
۱۷۰.....	۷-۶ خط جریان - هواپیما و سرعت‌های مافوق صوت.....
۱۷۴.....	تمرینات فصل ۷.....
	فصل هشتم - پرتابه
۱۷۹.....	۸-۱ مقدمه.....
۱۸۰.....	۸-۲ پرتاب افقی.....
۱۸۵.....	۸-۳ پرتاب مایل.....
۱۹۱.....	۸-۴ آزمایش بدون شکارچی.....
۱۹۲.....	۸-۵ پرواز موشک در فضا.....
۱۹۶.....	تمرینات فصل ۸.....
	فصل نهم - کار - انرژی و توان
۱۹۹.....	۹-۱ مقدمه.....
۱۹۹.....	۹-۲ کار.....
۲۰۵.....	۹-۳ انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی.....
۲۱۳.....	۹-۴ کار انجام شده توسط نیروی متغیر.....
۲۱۸.....	تمرینات فصل ۹.....
	فصل دهم - بقای انرژی و اندازه حرکت
۲۲۱.....	۱۰-۱ مقدمه.....
۲۲۱.....	۱۰-۲ انرژی کل و بقای انرژی.....
۲۲۵.....	۱۰-۳ نیروهای پایستار و نیروهای ناپایستار.....
۲۲۷.....	۱۰-۴ قانون بقای اندازه حرکت.....
۲۳۱.....	۱۰-۵ برخورد کشسان و ناکشسان.....
۲۳۵.....	۱۰-۶ جهندگی.....
۲۳۷.....	۱۰-۷ برخورد در حالت کلی.....
۲۴۱.....	تمرینات فصل ۱۰.....
	فصل یازدهم - حرکت دایروی و قوانین کپلر
۲۴۵.....	۱۱-۱ مقدمه.....
۲۴۷.....	۱۱-۲ حرکت دایروی.....
۲۵۳.....	۱۱-۳ نیروی جانب مرکز.....
۲۶۱.....	۱۱-۴ حرکت سیاره‌ای - قوانین کپلر.....
۲۶۴.....	تمرینات فصل ۱۱.....
	فصل دوازدهم - میدانهای گرانش و مدار ماهواره‌ها
۲۶۷.....	۱۲-۱ مقدمه.....

۲۶۸	۱۲-۲ میدان‌های گرانش
۲۶۹	۱۲-۳ ماهواره‌ها
۲۷۲	۱۲-۴ پتانسیل گرانشی
۲۷۵	۱۲-۵ سرعت فرار
۲۷۷	۱۲-۶ سیاه چاله
۲۷۹	۱۲-۷ نسبیت خاص
۲۸۱	۱۲-۸ وزن در یک سفینه فضائی با شتاب
۲۸۴	تمرینات فصل ۱۲

فصل سیزدهم - سینماتیک و دینامیک دوران I

۲۸۵	۱۳-۱ مقدمه
۲۸۶	۱۳-۲ مرکز جرم
۲۹۰	۱۳-۳ دوران حول مرکز جرم - لختی دورانی
۲۹۴	۱۳-۴ گشتاور نیرو
۲۹۶	۱۳-۵ سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای و شتاب زاویه‌ای
۲۹۷	۱۳-۶ سینماتیک دوران و شتاب مماسی
۳۰۰	۱۳-۷ دینامیک دوران و اندازه حرکت زاویه‌ای
۳۰۸	تمرینات فصل ۱۳

فصل چهاردهم - سینماتیک و دینامیک دوران II

۳۱۳	۱۴-۱ کمیت‌های برداری در حرکت دورانی
۳۱۶	۱۴-۲ بقای اندازه حرکت زاویه‌ای
۳۲۱	۱۴-۳ انرژی جنبشی دورانی
۳۲۶	۱۴-۴ تعادل اجسام صلب
۳۳۰	تمرینات فصل ۱۴

فصل پانزدهم - تمرینات تکمیلی

۳۳۵	بردارها
۳۳۶	سینماتیک
۳۴۱	دینامیک
۳۴۴	کار و انرژی
۳۴۷	اندازه حرکت و برخورد
۳۴۹	گرانش
۳۵۰	تعادل

اندازه‌گیری و ابعاد

بارها گفته‌ام، وقتی بتوانید آنچه را که درباره‌اش صحبت می‌کنید، اندازه بگیرید و آن را به عدد بیان نمایید، درباره آن چیزی می‌دانید.

کلوین^۱

۱- مقدمه

هیچ علمی به اندازه فیزیک از ریاضیات بهره نبرده و در عین حال موجب تکامل آن نشده است. بسیاری از کشفیات ریاضی هنگامی صورت گرفت که کمبود آن نخست در فیزیک جلوه گر شد، این ویژگی فیزیک از آنجا ناشی می‌شود که فیزیکدانان تلاش کرده‌اند تا نتایج مشاهدات و محاسبات خود را در قالب معادلات ریاضی تشریح و نتایج را با اعداد بیان کنند. ارقام ارائه شده هنگامی از ارزش برخوردار می‌شود که گوینده و شنونده در شناخت مقدار آن در تفاهم متقابل باشند.

از آغاز تمدن روابط بین جوامع بشری رو به گسترش بوده و نیاز به برداشتهای یکسان از مقادیر موردنظر روزافزون شده است. انقلاب صنعتی و کشفیات قرون اخیر در زمینه‌های مختلف فیزیک، فیزیکدانان را بر آن داشت تا در مورد مقادیر اندازه‌پذیر کمیات فیزیکی یک برداشت یکسان جهانی داشته باشند. این روند به پیدایش و ترویج هر چه بیشتر دستگاههای اندازه‌گیری منجر شد و سرانجام اداره بین‌المللی اوزان و مقادیر تأسیس گردید، و تلاش شد یک دستگاه واحد مقادیر در سطح جهان مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۲ یکاها- دستگاه SI

در مطالعات فیزیکی، فیزیکدانان ناگزیرند سنجش به عمل آورند. هر سنجشی با یک یکای اندازه‌گیری و یک وسیله سنجش صورت می‌گیرد. سنجش یا اندازه‌گیری هنگامی امکان‌پذیر است که وسیله اندازه‌گیری و یکای آن از قبل آماده و تعریف شده باشند. کمیت فیزیکی هنگامی تعریف شده تلقی می‌گردد که یک دسته قواعد یا دستورالعملهایی برای اندازه‌گیری آن کمیت بیان کرده و یکایی به آن نسبت داده شده باشد.

هر چند انتخاب یکاها، تدوین قواعد اندازه‌گیری اختیاری است، اما باید به گونه‌ای علمی و دقیق صورت گیرد. مورد پذیرش بین‌المللی واقع شود. علاوه بر آن مسئله مهم این است که چگونه می‌توان تمام کمیت‌های فیزیکی را که از یکدیگر نیز مستقل نیستند، مرتب کرد؟ توجه به این نکته ضروری است که اگر برای هر یک از کمیت‌های فیزیکی، یکای مستقلی در نظر گرفته شود، آنگاه دستگاه فیزیک چنان پیچیده و گسترده خواهد شد که فهم آن بسیار مشکل و تقریباً بی‌حاصل خواهد شد. براین اساس تعدادی از کمیت‌ها را به عنوان کمیت‌های اصلی انتخاب می‌کنند و بقیه کمیت‌ها را فرعی می‌خوانند. چون هر کمیت فیزیکی باید مورد پذیرش بین‌المللی واقع گردد، اداره بین‌المللی اوزان و مقادیر در سال ۱۸۷۵ (۱۲۵۴ ش) در نزدیکی پاریس تأسیس گردید.

یکاهای اصلی SI

علامت	نام	کمیت
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
A	آمپر	شدت جریان الکتریکی
K	کلوین	دمای ترمودینامیکی
mol	مول	مقدار ماده
cd	شمع	شدت روشنایی

جدول ۱

چهاردهمین مجمع عمومی اوزان و مقادیر در سال ۱۹۷۱ (۱۳۵۰ ش) هفت کمیتی را که