

دانش اگر در ثریا هم باشد مردمانی از سرزمین پارس بر آن دست خواهند یافت.

پیامبر اعظم (ص)

شرح جامع و نمونه سوالات

فیزیک پایه ۱و ۲و ۳

«فیزیک – ژئوفیزیک و هواشناسی»

مولف: یحیی آذرکیش لنگرودی

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مولف

حق تعالی را سپاس می‌گویم که یاریم نمود تا بار دیگر قلم در دست بگیرم.

کتاب حاضر، نتیجه سالها تحقیق مولف در زمینه دروس ارائه شده در کنکور کارشناسی ارشد فیزیک است. با توجه به رقابت بین داوطلبان کارشناسی ارشد و علاقه شدید فارغ‌التحصیلان کارشناسی به ادامه تحصیل، و از طرفی کمبود مراجع مفید و موثر علمی، نیاز به ارائه مجموعه کاملی که دارای ویژگی‌های منحصر به فردی باشد و برای داوطلبان عزیز مفید واقع شود احساس می‌شد، به همین دلیل بنده حقیر اقدام به تالیف این کتاب نمودم.

از ویژگی‌های این کتاب که آن را از سایر کتاب‌های موجود متمایز می‌سازد، وجود خلاصه درس و نکات کلیدی و مهم مطابق با سر فصل‌های آموزش عالی در ابتدای هر فصل، تست‌های طبقه‌بندی شده کنکورهای سراسری و دانشگاه آزاد اسلامی بعد از نکات کلیدی و تشریحی بودن پاسخ تست‌ها می توان نام برد. همچنین در تالیف این کتاب از تست‌های رشته‌های فیزیک، فیزیک دریا، مهندسی برق، فیزیک هسته‌ای، مهندسی پرتو پزشکی، ژئوفیزیک، فلسفه علم و تاریخ و ... استفاده شده است که کثرت این رشته‌ها باعث می‌شود تا داوطلبان عزیز بیشتر با سئوالات کنکور آشنا شوند.

بر خود وظیفه می‌دانم که از مدیریت محترم انتشارات ارشد که وظیفه سنگین تالیف این کتاب را بر عهده من نهاد کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم همچنین از واحد چاپ و تکثیر، صفحه‌آرایی و... انتشارات ارشد که در هر چه بهتر شدن این کتاب از هیچ کوششی دریغ نورزیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

جای آن است که از همسر مهربانم سرکار خانم اعظم فروغ یار تقدیر و تشکر کنم که بدون همراهی و فداکاری‌های او، سرنوشت این کتاب نامعلوم بود.

بی‌شک هر اثری توأم با خطایی است، لذا تمامی صاحب‌نظران و دانشجویان گرامی تقاضا دارم هر گونه اشکالی اعم از تایپی و علمی را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا در چاپ‌های بعدی مد نظر قرار گرفته و کتابی با حداقل اشکال، در اختیار داوطلبان قرار گیرد. قبلاً از همکاری شما کمال تشکر را دارم.

با سپاس

یحیی آذرکیش

تهران- تابستان ۱۳۸۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مولف ۴

فصل اول: آحاد و اندازه گیری

۱-۱-کمیت فیزیکی ۷
۱-۲- یکاهای فیزیکی ۷
۱-۳- استانداردهای سنجه ۸
۱-۴- ارقام با معنی ۸
۱-۵-تحلیل ابعادی ۹

فصل دوم: حرکت در یک بعدی

۱- سینماتیک ۱۴
۲- دینامیک ۱۴
۳- حرکت شتابدار با شتاب متغیر ۱۹
معادلات حرکت: ۱۹

فصل سوم: بردارها

۳-۱- بردار اسکالر ۲۸
۳-۲- نمادگذاری، تعاریف ۲۸
۳-۳- قوانین اصلی در جبر بردارها ۲۹
۳-۴- ضرب بردارها ۳۲
۳-۵- مساحت و حجم به وجود آمده توسط بردارها: ۳۲

فصل چهارم: حرکت دو بعدی و سه بعدی

۴- ۱- سینماتیک ۴۵
۴- ۲- حرکت با شتاب ثابت: ۴۷
۴- ۳- حرکت پرتابی ۴۸
۴- ۴- حرکت دایره‌ای ۵۱

عنوان **صفحه**

۴- ۵- حرکت نسبی ۵۲

فصل پنجم: قوانین نیروی نیوتن

۵-۱- مکانیک کلاسیک ۶۵
نیرو ۶۵
انواع نیروها ۶۵
۵-۲- قوانین دینامیک ۶۶
۵-۳- معرفی چند نیرو ۶۷

فصل ششم: دینامیک ذره

۶-۱- نیروی اصطکاک ۸۴
(۱)نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) ۸۵
(۲) نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) ۸۵
۶-۲- حرکت دایره ای ۸۷

فصل هفتم: کار و انرژی

۷-۱- کاری که نیروی ثابت انجام می‌دهد: ۹۸
۷-۲- کاری که نیروی متغیر انجام می‌دهد ۹۹
۷-۳- انرژی جنبشی و قضیه کار و انرژی ۱۰۲
۷-۴- توان: ۱۰۴
۷-۵- انرژی جنبشی در سرعت‌های زیاد: ۱۰۴

فصل هشتم: پایستگی انرژی

۸-۱- نیروهای پایستار ۱۱۰
۸-۲- نیروی ناپایستار ۱۱۱
۸-۳- انرژی پتانسیل ۱۱۱
۸-۴- پایستگی انرژی: ۱۱۲
۸-۵- سیستم‌های پایستار یک بعدی حل کامل: ۱۱۴
۸-۶- تعادل ۱۱۵

فصل نهم: سیستم‌های ذرات

مرکز جرم: ۱۲۳
۹-۱- سیستم دو ذره‌ای ۱۲۳
۹-۲- سیستم‌های بس ـ ذره‌ای: ۱۲۴
۹-۳- مرکز جرم اجسام صلب: ۱۲۶
۹-۴- مرکز جرم اجسام مرکب: ۱۲۸

عنوان **صفحه**

۹-۵- تکانه خطی سیستم: ۱۲۹
۹-۶- پایستگی تکانه خطی: ۱۳۰
۹-۷- تکانه در سرعت‌های زیاد: ۱۳۱

فصل دهم: برخورد

۱۰- ۱- برخورد ۱۳۶
۱۰- ۲- ضربه و تکانه ۱۳۶
۱۰-۳- پایستگی تکانه در حین برخورد ۱۳۸
۱۰-۴- انواع برخورد ۱۳۸
۱۰- ۵- برخورد در یک بعد ۱۳۸
۱۰- ۶- برخورد در دو بعد ۱۴۱
۱۰- ۷- چارچوب مرکزجرم ۱۴۲

فصل یازدهم: سیستماتیک دورانی

۱۱-۱- تعریف حرکت دورانی محض ۱۵۱
۱۱-۲- متغیرهای حرکت دورانی ۱۵۱
۱۱- ۳- معادلات حرکت ۱۵۴
۱۱-۴- روابط میان متغیرهای خطی و زاویه‌ای ۱۵۵

فصل دوازدهم: دینامیک دورانی

۱۲- ۱- دینامیک دورانی – مرور کلی ۱۶۱
۱۲-۲- انرژی جنبشی ناشی از دوران و لختی دورانی ۱۶۱
۱۲-۳- لختی دورانی (ممان اینرسی) اجسام صلب ۱۶۲
۱۲-۱۴- گشتاور نیروی وارده بر ذره ۱۶۶
۱۲-۵- دینامیک دوران جسم صلب ۱۶۷
۱۲-۶- ترکیب حرکت‌های دورانی و انتقالی ۱۶۸
۱۲-۷- غلتش بدون لغزش ۱۶۹

فصل سیزدهم: تکانه زاویه‌ای

۱۳-۱ اندازه حرکت زاویه‌ای (تکانه زاویه‌ای): ۱۸۰
۱۳-۲- تکانه زاویه‌ای و گشتاور نیرو ۱۸۱
۱۳-۳- تکانه زاویه‌ای سیستم ذرات ۱۸۱
۱۳-۴- تکانه ز اویه‌ای و سرعت زاویه‌ای ۱۸۲
۱۳- ۵- پایستگی تکانه زاویه‌ای ۱۸۳
۱۳-۶- فرفره چرخان ۱۸۴

عنوان **صفحه**

فصل چهاردهم: تعادل

۱۴- ۱- شرایط تعادل ۱۹۵
۱۴-۲- گرانیگاه ۱۹۶
۱۴-۳- روش حل مسائل تعادل ۱۹۶

فصل پانزدهم: نوسان

۱۵- ۱- سیستم نوسانی ۲۰۰
۱۵-۲- حرکت هماهنگ ساده: ۲۰۱
۱۵-۳- کاربردهای حرکت هماهنگ ساده: ۲۰۴
۱۵- ۴- ترکیب حرکت‌های هماهنگ: ۲۰۸

فصل شانزدهم: گرانش

۱۶-۱- قانون گرانش جهانی ۲۱۶
۱۶-۲- گرانش در نزدیکی سطح زمین: ۲۱۷
۱۶-۳-انرژی پتانسیل گرانشی ۲۱۸
۱۶-۴- انرژی پتانسیل سیستم‌های چند جسمی ۲۲۰
۱۶-۵- میدان گرانش و پتانسیل ۲۲۰
۱۶- ۶- حرکت سیاره‌ها و ماهواره‌ها ۲۲۱

فصل هفدهم: استاتیک شاره‌ها

۱۷- ۱-شاره‌ها و جامدات: ۲۲۸
۱۷- ۲- شاره: ۲۲۸
۱۷-۳- فشار و چگالی ۲۲۹
۱۷-۴- مدول کپه‌ای: ۲۳۰
۱۷-۵- تغییرات فشار در شاره ساکن: ۲۳۰
۱۷-۶- تغییر در فشار جو ۲۳۱
۱۷-۷- اصل پاسکال و اصل ارشمیدس ۲۳۲

فصل هجدهم: دینامیک شاره‌ها

۱۸-۱- مفاهیم عمومی شارش شاره‌ها ۲۳۸
۱۸-۲- میدان سرعت، خطوط جریان و لوله جریان: ۲۳۹
۱۸-۲-۳- لوله جریان ۲۴۰
۱۸-۳- پایستگی جرم ۲۴۰
۱۸-۴- معادله برنولی ۲۴۱
۱۸- ۵- کاربردهای معادله برنولی و معادله پیوستگی ۲۴۳

عنوان **صفحه**

فصل نوزدهم: حرکت موجی

۱۹- ۱- امواج ۲۴۶
۱۹- ۲- انواع امواج ۲۴۶
۱۹- ۳- امواج متحرک ۲۴۷
۹- ۴- سرعت موج روی ریسمان یا تار ۲۵۰
۱۹- ۵- توان و شدت در حرکت‌های موجی ۲۵۱
۱۹- ۶- اصل برهم‌نهی ۲۵۲
۱۹- ۷- تداخل ۲۵۳

فصل بیستم: امواج صوت

۲۰- ۱- موج صوتی ۲۵۷
۲۰- ۲- سرعت صوت ۲۵۷
۲۰- ۳- امواج طولی متحرک ۲۵۸
۲۰- ۴- توان و شدت امواج صوتی ۲۵۸
۲۰- ۵- امواج طولی ساکن ۲۵۹
۲۰- ۶- سیستم‌های مرتعش ۲۶۱
۲۰- ۷- زنش ۲۶۱
۲۰- ۸- اثر دوپلر ۲۶۲

فصل بیست و یکم: دما

سیستم منزوی ۲۶۷
گرما ۲۶۷
۲۱- ۱- توصیف ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک ۲۶۷
توصیف میکروسکوپیک ۲۶۷
توصیف ماکروسکوپیک ۲۶۷
۲۱- ۲- تعادل گرمایی و دما ۲۶۸
۲۱- ۳- اندازه‌گیری دما ۲۶۸
۲۱- ۴- مقیاس دمای گاز کامل ۲۶۹
۲۱- ۵- انبساط گرمایی ۲۷۰

فصل بیست و دوم: نظریه جنبشی گاز کامل

۲۲- ۱- خواص ماکروسکوپیک گازها و قانون گاز کامل ۲۷۴
۲۲- ۲- گاز کامل ۲۷۷
۲۲- ۳- کار انجام شده روی گاز کامل ۲۷۹

عنوان **صفحه**

۲۲- ۴- انرژی داخلی گاز کامل ۲۸۱
انرژی داخلی گازهای چند اتمی ۲۸۲

فصل بیست و سوم: گرما و قانون ترمودینامیک

۲۳-۱-گرما ۲۸۷
۲۳-۲- ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه ۲۸۷
۲۳-۳- گرماهای تبدیل ۲۸۸
۲۳-۴ – ظرفیت‌های گرمایی جامدات ۲۸۸
۲۳-۵ – ظرفیت گرمایی گاز کامل ۲۸۹
۲۳-۶ – قانون اول ترمودینامیک ۲۸۹
۲۳-۷ کاربردهای قانون اول ۲۹۰
۲۳-۸- انتقال گرما ۲۹۲

فصل بیست و چهارم: بار الکتریکی و قانون کولن

۲۴-۱- بار الکتریکی ۲۹۶
۲۴-۲- رسانا، عایق، نیمرسانا ۲۹۷
۲۴- ۳- قانون کولن ۲۹۷

فصل بیست و پنجم: میدان الکتریکی

۲۵-۱- میدان و انواع نیرو ۳۰۵
۲۵-۲- میدان الکتریکی ۳۰۵
۲۵-۳- دوقطبی الکتریکی ۳۰۶
۲۵-۴- خطوط نیرو ۳۰۷
۲۵-۵- دو قطبی در میدان الکتریکی ۳۱۰

فصل بیست و ششم: قانون گاوس

۲۶- ۱- فشار ۳۱۷
۲۶- ۲- قانون گأوس ۳۲۰
۲۶- ۳- رسانای باردار منزوی ۳۲۲
۲۶- ۴- کاربردهای قانون گاوس: ۳۲۲

فصل بیست و هفتم: پتانسیل الکتریکی

۲۷- ۱- نیروهای الکترواستاتیکی و گرانشی ۳۳۲
۲۷- ۲- انرژی پتانسیل گرانشی ۳۳۲
۲۷- ۳- پتانسیل الکتریکی ۳۳۴
۲۷- ۴- محاسبه پتانسیل از میدان ۳۳۵

عنوان **صفحه**

۲۷- ۵- پتانسیل الکتریکی توزیع‌های پیوسته ۳۳۸
۲۷- ۶- سطوح هم پتانسیل: ۳۳۸
۲۷- ۷- محاسبه میدان از پتانسیل ۳۴۰
۲۷- ۸- قضیه مقدار میانگین ۳۴۱

فصل بیست و هشتم :خازنها و مواد دی الکتریک

۲۸-۱- خازن ۳۴۸
۲۸-۲- ظرفیت ۳۴۸
۲۸-۳- محاسبه ظرفیت خازن ۳۴۹
۲۸-۴- اتصال خازنها ۳۵۱
۲۸-۵- ذخیره انرژی در یک میدان الکتریکی ۳۵۳
۲۸-۶- خازن دارای دی الکتریک ۳۵۳
۲۸-۷- دی الکتریک و قانون گاوس ۳۵۵

فصل بیست و نهم :جریان و مقاومت

۲۹-۱- جریان الکتریکی ۳۶۴
۲۹-۲- جهت جریان ۳۶۵
۲۹-۳- چگالی جریان ۳۶۵
۲۹-۴- مقاومت، مقاومت ویژه و رسانندگی ۳۶۷
۲۹-۴- رسانندگی ۳۶۷
۲۹-۵- تبدیل‌های انرژی در یک مدار الکتریکی ۳۶۷

فصل سی :مدارهای جریان مستقیم

۳۰-۱- نیروی محرکه الکتریکی ۳۷۱
۳۰-۲- منابع نیروی محرکه الکتریکی ۳۷۲
۳۰-۳- محاسبه جریان در حلقه ۳۷۲
۳۰-۴- اتصال مقاومتها در مدار ۳۷۵
۳۰-۵- مدارهای چند حلقه‌ای ۳۷۶
۳۰-۶- ابزارهای اندازه‌گیری ۳۷۸
۳۰-۷- مدارهای RC ۳۷۹

فصل سی و یکم :میدان مغناطیسی

۳۱-۱- میدان مغناطیسی ۳۸۶
۳۱-۲- نیروی مغناطیسی وارد بر یک بار متحرک ۳۸۷
۳۱-۳- نیروی لورنتس ۳۸۹

عنوان **صفحه**

۳۱-۴- بارهای چرخنده ۳۹۰
۳۱-۵- اثر هال ۳۹۱
۳۱-۶- نیروی مغناطیسی وارد بر جریان ۳۹۱
۳۱-۷- گشتاور نیروی وارد بر حلقه جریان ۳۹۲
۳۱-۸- دوقطبی مغناطیسی ۳۹۳

فصل سی و دوم :قانون بیوساوار

۳۲-۱- قانون بیوساوار ۴۰۱
۳۲-۲- کاربردهای قانون بیو- ساوار ۴۰۱
۳۲-۳- نیروی بین دو سیم حامل جریان ۴۰۴
۳۲-۴- قانون آمپر ۴۰۶
۳۲-۵- سیملوله‌ها و چنبره‌ها ۴۰۷

فصل سی و سوم :قانون القای فارادی

۳۳-۱- آزمایش فارادی ۴۱۸
۳۳-۲- قانون القایی فارادی ۴۱۸
۳۶-۳- قانون لنز ۴۲۰
۳۳-۴- جریانهای گردابی ۴۲۰
۳۳-۵- نیروی محرکه الکتریکی حرکتی ۴۲۱
۳۳-۷- میدانهای الکتریکی القایی: ۴۲۲

فصل سی و چهارم :خواص مغناطیسی مواد

۳۴-۱- قانون گائوس برای مغناطیس ۴۲۷
۳۴-۲- گشتاورهای مغناطیسی مداری و ذاتی ۴۲۸
۳۴-۳- مغناطش ۴۳۰
۳۴-۴- مواد مغناطیسی ۴۳۱

فصل اول

آحاد و اندازه گیری

۱-۱-کمیت فیزیکی

سنگ بنای علم فیزیک کمیت‌های فیزیکی هستند که برای بیان قوانین این علم از آنها استفاده می‌شود.

کمیت‌های فیزیکی دو دسته اند. کمیت‌های اصلی و کمیت‌های فرعی

کمیت‌های اصلی عبارتند از : زمان،طول،جرم،مقدار ماده،دمای ترمودینامیکی،جریان الکتریکی،شدت نور

کمیت های فرعی: کمیت‌هایی که بر اساس کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند را کمیت‌های فرعی می‌نامند مانند سرعت،شتاب،میدان الکتریکی و ....

۱-۲- یکاهای فیزیکی

هر کمیت فیزیکی بر اساس یکایی خاص بیان می‌شود.به عنوان مثال در سیستم SI کمیت زمان بر اساس یکای ثانیه و کمیت دما بر اساس یکای کلوین بیان می‌شود.

- جدول کمیت‌ها و یکاهای اصلی در سیستم SI

کمیت	یکای SI	
	نام	نماد
زمان	ثانیه	s
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
مقدار ماده	مول	mol
دمای ترمودینامیکی	کلوین	K
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت نور	کاندلا	cd

نکته: اگر بخواهیم کمیت‌هایی مانند زمان بین دو رویداد هسته‌ای یا توان یک نیروگاه را بر حسب یکاهای SI بیان کنیم با اعداد بسیار بزرگ یا بسیار کوچک مواجه می‌شویم. برای ساده تر شدن بیان چنین کمیت‌هایی می‌توانیم از پیشوندهایی که در جدول زیر آمده است استفاده کنیم.

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
$۱۰^{۱۸}$	اگزا	E	$۱۰^{-۱}$	دسی	d
$۱۰^{۱۵}$	پتا	P	$۱۰^{-۲}$	سانتی	c
$۱۰^{۱۲}$	ترا	T	$۱۰^{-۳}$	میلی	m
$۱۰^{۹}$	گیگا	G	$۱۰^{-۶}$	میکرو	μ
$۱۰^{۶}$	مگا	M	$۱۰^{-۹}$	نانو	n
$۱۰^{۳}$	کیلو	k	$۱۰^{-۱۲}$	پیکو	p
$۱۰^{۲}$	هکتو	h	$۱۰^{-۱۵}$	فمتو	f
$۱۰^{۱}$	دکا	da	$۱۰^{-۱۸}$	آتو	a

۱-۳- استانداردهای سنجه

۱-استاندارد زمان

یکای اندازه‌گیری زمان در SI ثانیه است و یک ثانیه طبق تعریف برابر است با مدت زمان ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ ارتعاش تابشی (با طول موج خاص) که از اتم سزیم گسیل می شود.

۲-استاندارد طول

یکای اندازه‌گیری طول در SI متر است و یک متر طبق تعریف طول راهی است که نور در خلا در بازه زمانی ۱,۲۹۹۷۹۲۴۵۸ ثانیه می پیماید.

۳- استاندارد جرم

یکای اندازه گیری جرم در SI کیلو گرم است و استاندارد آن استوانه‌ای از جنس پلاتین – ایریدیم است که در اداره بین‌المللی اوزان نگهداری می‌شود.

۱-۴- ارقام با معنی

برای تعیین تعداد ارقام با معنی چند قاعده ساده وجود دارد.

۱- از چپ شروع کنید و بدون در نظر گرفتن صفرهای سمت چپ عدد تعداد رقم‌ها را تا نخستین رقم بشمارید.به عنوان مثال $x=3m$ و $x=0/003m$ هر دو دارای یک رقم با معنی هستند ولی $x=3/0m$ و $x=0/0030m$ دارای دو رقم با معنی هستند.

نکته مهم: معلوم نیست که $x=300m$ یک رقم با معنی،دو رقم با معنی و یا سه رقم با معنی دارد. برای مشخص کردن وضعیت رقم‌های با معنی آن باید به صورت‌های زیر نوشته شود.

$x=3\times10^{2}m$

$x=3/0\times10^{2}m$

$x=3/00\times10^{2}m$

۲- .هنگام ضرب و تقسیم، تعداد رقم‌هایی که در نتیجه نگه می‌دارید نباید بیشتر از تعداد رقم‌های با معنی عددی باشد که کمترین دقت را دارد. به عنوان مثال

۱/۴×۳/۲۵۴ = ۴/۵

۳- هنگام جمع و تفریق،کم معنی‌ترین رقم‌های حاصل در همان جایی ظاهر می‌شود که در اعداد اولیه بودند.در این مورد آنچه اهمیت دارد تعداد رقم‌های با معنی نیست بلکه جای قرار گرفتن آنهاست.به مثال زیر توجه کنید

۱۰۳/۹ kg

۲/۱۰ kg

۰/۳۱۹ kg

۱۰۶/۳kg یا ۱۰۶/۳۱۹

۱-۵-تحلیل ابعادی

به هر کمیتی که محاسبه می‌کنیم معمولا بعدی وابسته است.برای مثال کمیت فاصله بعد طول دارد و با یکای متر اندازه گیری می‌شود.

چند نکته:

۱) هر کمیت را می‌توانیم بر حسب یکاهای متفاوتی بیان کنیم اما این کار بعد کمیت را عوض نمی‌کند.

۲) بعد کمیت فیزیکی A را با [A] نشان می‌دهیم. برای مثال اگر x نشان‌دهنده فاصله باشد [x]=L.

۳) ابعاد M و L و T را به عنوان ابعاد بنیادی در نظر می‌گیریم و بعد کمیت‌های فیزیکی فرعی را بر اساس این ابعاد بیان خواهیم کرد.

۴) هر معادله‌ای از نظر ابعادی باید صحیح باشد یعنی بعد کمیت‌های هر دو طرف معادله باید یکی باشد.

۵) آرگومان توابع باید بدون بعد باشد برای مثال آرگومان $y=\sin(\omega t)$ یعنی (ωt) باید بدون بعد باشد، پس اگر بعد t، T است باید بعد ω، $\frac{1}{T}$ باشد.

تست‌های آخر فصل

۱- استانداردزمان در سیستم SI بر اساس کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

۱) چرخش روزانه زمین
۲) فرکانس نور گسیلی از اتم کریپتون ۸۶
۳) چرخش سالیانه زمین به دور خورشید
۴) هیچ کدام

۲- یک نانو ثانیه برابر است با:

۱) $10^{9}s$ ۲) $10^{-9}s$ ۳) $10^{-10}s$ ۴) $10^{10}s$

۳- استاندارد طول در سیستم SI بر اساس کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

۱) طول موج گسیلی توسط اتم کریپتون ۸۶
۲) میله یک متری دقیق نگهداری شده در پاریس
۳) طول موج نور
۴) فاصله قطب شمال تا نصف‌النهار گذرنده از پاریس

۴- واحد استاندارد جرم در سیستم SI برابر است با:

۱) گرم ۲) پوند ۳) کیلوگرم ۴) اونس

۵- حاصل $5/0\times10^{5}+3\times10^{6}$ برابر است با:

۱) $8/0\times10^{5}$ ۲) $8/0\times10^{6}$ ۳) $3/5\times10^{5}$ ۴) $3/5\times10^{6}$

۶- تعداد ارقام با معنی ۰/۰۰۱۵۰ برابر است با:

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۷- عدد ۱۵/۰ دارای..... رقم بامعنی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- حاصل عبارت ۲/۷ × ۳/۲ با توجه به تعداد ارقام بامعنی صحیح برابر خواهد بود با:

۱) ۸ ۲) ۸/۶ ۳) ۸/۶۴ ۴) ۸/۶۴۰

۹- حجم مکعبی $1cm^{3}$ است. می‌توان گفت حجم این مکعب برابر است با:

۱) $10^{-9}m^{3}$ ۲) $10^{-6}m^{3}$ ۳) $10^{-3}m^{3}$ ۴) $10^{-3}m^{3}$

۱۰- فرض کنید A=BC و A دارای دیمانسیون $\frac{L}{M}$ و C دارای دیمانسیون $\frac{L}{T}$ است. در این صورت B دارای دیمانسیون..... است.

۱) $\frac{T}{M}$ ۲) $\frac{L^۲}{TM}$ ۳) $\frac{TM}{L^۲}$ ۴) $\frac{L^۲T}{M}$

۱۱- فرض کنید $A = B^mC^n$ و A دارای بعد LT، B دارای بعد $L^۲T^{-۱}$ و C دارای بعد $LT^۲$ باشد. در این صورت مقدار m و n به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

۱) $\frac{۲}{۳},\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۳},\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۵},\frac{۱}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵},\frac{۳}{۵}$

پاسخ تست‌های آخر فصل

۱-گزینه «۱»

واحد اندازه‌گیری زمان، ثانیه است و ثانیه بر حسب فرکانس ساعت اتم سزیم استاندارد تعریف می‌شود. یعنی زمان لازم برای ۹۱۹۲۶۳۷۷۷ ارتعاش ایزوتوپ سزیم ۱۳۳.

گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ زمانی به عنوان استاندارد زمان استفاده می‌شدند اما در سیستم SI هیچ کدام مورد قبول نیستند.

۲-گزینه «۲»

به جدول پیشوندها و توان‌های ۱۰ مراجعه کنید.

۳-گزینه «۳»

واحد استاندارد طول، متر است و یک متر راهی است که نور در فاصله زمانی $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه طی می‌کند.

۴-گزینه «۳»

۵-گزینه «۴»

$$۵/۰\times۱۰^{۵}=۰/۵\times۱۰^{۶}\Rightarrow ۵/۰\times۱۰^{۵}+۳\times۱۰^{۶}=۰/۵\times۱۰^{۶}+۳\times۱۰^{۶}=۳/۵\times۱۰^{۶}$$

۶-گزینه «۲»

از سمت چپ به راست تعداد ارقام بدون صفرهای سمت چپ عدد، تعداد ارقام با معنی خواهد بود.

۳ رقم بامعنی دارد ← ۰/۰۰۱۵۰

۷-گزینه «۳»

۸-گزینه «۲»

از آنجایی که جواب نباید دارای ارقام بامعنی بیشتری نسبت به اعدادی که در هم ضرب شده‌اند باشد پس: ۸/۶ = ۲/۷ × ۳/۲

۹-گزینه «۲»

$$V=۱cm^{۳}$$

$$۱cm^{۳}=۱cm^{۳}\times\frac{۱۰^{-۶}m^{۳}}{۱cm^{۳}}\Rightarrow ۱cm^{۳}=۱۰^{-۶}m^{۳}\rightarrow V=۱۰^{-۶}m^{۳}$$

۱۰-گزینه «۱»

دیمانسیون دو طرف معادله باید با هم برابر باشد.

$$A = BC \rightarrow \begin{cases} [A] = [B][C] \\ [A] = \frac{L}{M}, [C] = \frac{L}{T} \end{cases} \Rightarrow \frac{L}{M} = [B]\frac{L}{T} \Rightarrow [B] = \frac{T}{M}$$

۱۱-گزینه «۳»

$$\begin{cases} A = B^m C^n \\ [A] = LT, [B] = L^۲T^{-۱}, [C] = LT^۲ \end{cases} \Rightarrow LT = (L^۲T^{-۱})^m (LT^۲)^n \Rightarrow LT = L^{۲m+n}T^{۲n-m}$$

با توجه به اینکه بعد دو طرف باید با هم برابر شودداریم:

$$\begin{matrix} L \text{ توان} & \Rightarrow ۲m + n = ۱ \\ T \text{ توان} & \Rightarrow ۲n - m = ۱ \end{matrix} \Big\} \rightarrow n = \frac{۳}{۵}, m = \frac{۱}{۵}$$

فصل دوم

حرکت در یک بعدی

مکانیک قدیمی ترین شاخه علوم فیزیکی، علم بررسی حرکت اجسام است. مکانیک به دو بخش سینماتیک و دینامیک تقسیم می شود.

۱- سینماتیک

بخشی از مکانیک که به بررسی حرکت اجسام بدون در نظر گرفتن عامل حرکت می پردازد سینماتیک گفته می شود.

۲- دینامیک

به آن بخش از مکانیک که به تحلیل علل حرکت مربوط می شود دینامیک گفته می شود.

۱- ۲- سینماتیک

بردار مکان

موقعیت ذره در یک چارچوب مرجع خاص توسط بردار مکان مشخص می گردد که ابتدای آن مبدأ مختصات و انتهای آن خود ذره است. چون مکان ذره نسبت به زمان در حال تغییر است، بردار مکان نیز با زمان تغییر خواهد کرد.

مثال

چه توابعی از نظر فیزیکی مجاز به توصیف ذره می باشند؟

حل:

تنها توابعی قابل قبولند که پیوسته و تک مقدار باشند زیرا ذره در حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر باید تمام موقعیتهای بین دو نقطه را با ترتیب زمانی اشغال کند. برای مثال $\gamma(t) = \frac{a}{t}$ را نمی توان به عنوان تابع موقعیت پذیرفت چراکه در مکان ذره مشخص نیست.

جابه جایی

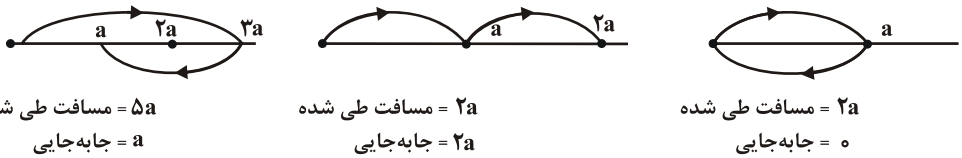
جابه جایی کمیتی است برداری که بیانگر تغییر بردار مکان در یک بازه مکان در یک بازه زمانی محدود است. برای مثال اگر موقعیت اولیه را با r_1 و موقعیت ثانویه را با r_2 نشان دهیم جابه جایی از رابطه $\Delta r = r_2 - r_1$ به دست می آید.

مسافت پیموده شده

مسافت پیموده شده کمیتی است اسکالر و عبارتست از مقدار مسافت طی شده توسط جسم صرف نظر از جهت حرکت، مکان اولیه و ثانویه.

مسافت پیموده شده همواره کمیتی مثبت است اما جابه جایی می تواند مثبت یا منفی باشد.

جابه جایی یک جسم همواره با مسافت پیموده شده توسط جسم برابر نیست. مثال:



۵a = مسافت طی شده
a = جابه‌جایی

۲a = مسافت طی شده
۲a = جابه‌جایی

۲a = مسافت طی شده
۰ = جابه‌جایی

سرعت متوسط

سرعت متوسط عبارت است از میزان تغییرات بردار مکان نسبت به بازه زمانی انجام این تغییرات.

$$\overline{V} = \frac{r_2 - r_1}{t_2 + -t_1} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

سرعت متوسط یک بردار است که جهت آن در جهت $\overrightarrow{\Delta r}$ و بزرگی آن $\left|\frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}\right|$ است.

سرعت متوسط تنها به جابه جایی کل و زمان کل سپری شده در حرکت بستگی دارد.

اگر ذره ای پس از مدت زمانی به جای اولش بازگردد، جابه جایی و در نتیجه سرعت متوسط آن صفر خواهد بود.

سرعت لحظه ای

سرعت لحظه ای صرفاً سرعت در یک لحظه به خصوص یا در بازه زمانی بی نهایت کوچک است.

$$V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt}$$

از لحاظ ریاضی، سرعت لحظه ای این گونه تعریف می شود:

« سرعت لحظه ای در هر لحظه، عبارتست از شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در آن لحظه» و یا « سرعت لحظه ای در هر لحظه، عبارتست از مقدار مشتق تابع مکان- زمان (نسبت به زمان) به ازای آن لحظه»

شتاب متوسط

شتاب متوسط عبارت است از تغییر بردار سرعت نسبت به بازه زمانی انجام این تغییر.

$$\overline{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

شتاب متوسط یک بردار است که جهت آن در $\vec{\Delta v}$ و بزرگی آن $\left|\frac{\Delta v}{\Delta t}\right|$ است.

شتاب لحظه ای

شتاب لحظه ای شتاب در یک لحظه از زمان یا در بازه زمانی بی نهایت کوچک است.

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

از لحاظ ریاضی، شتاب لحظه ای اینگونه تعریف می شود:

« شتاب لحظه ای عبارت است از شیب خط مماس بر نمودار سرعت- زمان در هر لحظه» و یا «شتاب لحظه ای عبارت است از مقدار مشتق تابع سرعت- زمان (نسبت به زمان) به ازای هر لحظه»

مثال

معادله سرعت ذره ای به صورت $V(t)=\frac{1}{2}\beta t^2$ است که در آن β ثابتی با بعد مناسب است.

الف) شتاب متوس‌ط ذره در بازه زمانی $2s$ که از $t = 1s$ شروع می شود چقدر است؟

ب) شتاب لحظه ای در $t = 1s$ و $t = 3s$ چقدر است؟

$$V(t+\Delta t) = V(1s+2s) = \frac{1}{2}\beta(3)^2 = 4/5\beta\frac{m}{s}$$

$$V(t) = V(1s) = \frac{1}{2}\beta(1)^2 = 0/5\beta\frac{m}{s}$$

شتاب متوسط $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4/5\beta - 0/5\beta}{2} = 2\beta\frac{m}{s^2}$

ب)

شتاب لحظه ای $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}\beta t^2) = \beta t\frac{m}{s^2}$

$$\Rightarrow a(1s) = \beta\frac{m}{s^2} \quad \text{و} \quad \Rightarrow a(3s) = 3\beta\frac{m}{s^2}$$

روابط بین توابع مکان- زمان، سرعت- زمان و شتاب) زمان

هر انتگرال گیری منجر به بدست آمدن ثابتی می شود که تعیین آن به اطلاعات اضافی نیاز دارد. این اطلاعات شرایط مرزی نامیده می شود.

مثال

فرض کنید که $a(t) = \beta t^2$ در آن β مقداری ثابت به بعد مناسب است. $V(t)$ را چنان بیابید که در زمان $t = \tau$ سرعت $V(\tau) = V_0$ باشد.

حل:

$$V(\tau) = \int a(t)\,dt = \int \beta t^2 dt \Rightarrow V(t) = \frac{1}{3}\beta t^3 + C$$

$$V_0 = \frac{1}{3}\beta\tau^3 + C \Rightarrow C = V_0 - \frac{1}{3}\beta\tau^3 \Rightarrow V(t) = \frac{1}{3}\beta(t^3 - \tau^3) + V_0$$

سطح زیر نمودار شتاب) زمان در هر فاصله زمانی مشخص برابر است با ΔV (تغییرات سرعت) در آن بازهٔ زمانی.
سطح زیر نمودار سرعت- زمان در هر فاصله زمانی مشخص برابر است با Δx (جابجایی) در آن بازهٔ زمانی.

۲-۲- حرکت در یک بعد

برای حرکت در یک بعد بردار مکان و سرعت ذره دارای یک مؤلفه هستند. به عنوان مثال برای حرکت در امتداد محور x داریم:

$$\vec{r} = x\hat{i} \quad و \quad \vec{V} = V_x\hat{i}$$

متحرکی را که در یک بعد حرکت می کند برحسب نوع و وضعیت شتابش در یکی از سه گروه زیر قرار می دهیم:
۱- اگر شتاب ذره صفر باشد، حرکتش با سرعت ثابت خواهد بود (حرکت یک بعدی یکنواخت)
۲- اگر شتاب ثابت (غیرصفر) باشد، حرکتش از نوع شتابدار با شتاب ثابت خواهد بود.
۳- اگر شتاب متغیر باشد، حرکت ذره می تواند حالات مختلفی داشته باشد مثلاً حرکت نوسانی داشته باشد.

۱- حرکت یک بعدی یکنواخت

معادله این نوع حرکت عبارت است از:

$$x = Vt + x_\circ$$

در این نوع حرکت نمودار مکان- زمان یک خط راست با شیب ثابت است که عرض از مبدأ بیانگر مکان اولیه و شیب نمودار سرعت ثابت متحرک است.

۲- حرکت شتابدار با شتاب ثابت:

اگر سرعت جسم متحرک در حین حرکت از لحاظ بزرگی، جهت، یا هر دو تغییر کند حرکت شتابدار خواهد بود. اگر میزان این تغییرات نسبت به زمان ثابت باشد حرکت شتابدار با شتاب ثابت خواهد بود.
معادلات این نوع حرکت عبارتند از:

معادله مکان- زمان	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_\circ t + x_\circ$
معادله سرعت- زمان	$v = at + v_\circ$
معادله مستقل از زمان	$v^2 - v_\circ^2 = 2a(x - x_\circ)$
معادله سرعت متوسط	$\overline{V} = \frac{v + v_\circ}{2} = \frac{x(t) - x(\circ)}{t} = \frac{1}{2}at + v_\circ$

اگر $a.v > \circ$ (شتاب و سرعت هم علامت باشند) حرکت تندشونده و اگر $a.v < \circ$ (شتاب و سرعت در خلاف جهت یکدیگر باشد) حرکت کندشونده خواهد بود.

چند نکته در حل مسائل این نوع حرکت:

جابه جایی طی شده در ثانیه n ام در حرکت با شتاب ثابت از رابطه زیر به دست می آید:

$$\Delta x_n = \frac{1}{2}a(2n - 1) + v_\circ$$