بسم الله

نارآزمون

فیزیک دوازدهم (تجربی)

مؤلف: مهندس ارسلان رحمانی
همکار مؤلف: فراز رسولی قهرودی
کارشناس علمی: مهندس علیرضا ایدلخانی

انتشارات علمی فار
phare
www.pharepub.com

سرشناسه : رحمانی، ارسلان، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدیدآور: فارآزمون فیزیک دوازدهم رشتهٔ تجربی /
مؤلف ارسلان رحمانی؛ همکار تألیف فراز رسولی قهرودی؛
کارشناس علمی علیرضا ایدلخانی؛ دستیاران تألیف مهدی آذرنسب،
امیررضا خوئینی‌ها؛ ویراستار مسعود اسدی
مشخصات نشر: تهران: انتشارات علمی فار، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۲۲×۲۹س‌م.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۲۶-۴۰-۶
وضعیت فهرست نویسی: فیپای مختصر
شناسه افزوده: رسولی قهرودی، فراز، ۱۳۷۱-
شناسه افزوده: ایدل‌خانی، علیرضا، ۱۳۶۶-
شناسه افزوده: آذرنسب، مهدی
شناسه افزوده: خوئینی‌ها، امیررضا
شماره کتابشناسی ملی: ۵۶۱۲۴۱۷

- **عنوان کتاب:** فارآزمون فیزیک دوازدهم رشتهٔ تجربی
- **مؤلف:** ارسلان رحمانی
- **همکار تألیف:** فراز رسولی قهرودی
- **دستیاران تألیف:** مهدی آذرنسب ـ امیررضا خوئینی‌ها
- **ویراستار:** مسعود اسدی
- **ناشر:** انتشارات علمی فار
- **مدیر مسئول:** علی امین‌صادقیه
- **طراح جلد:** ایمان خاکسار
- **حروفچینی:** افسانه بابایی ـ فرناز صفی
- **صفحه‌آرایی:** مینا طاهرشمس
- **آماده‌سازی تصاویر متن:** ندا صداقت، شاهرخ آریا
- **ناظر چاپ:** سعید حیدری
- **چاپ:** سوم، ۱۴۰۰
- **شمارگان:** ۱۰۰۰ نسخه
- **قیمت:** ۱۳۵۰۰۰ تومان

www.PharePub.com
info@pharepub.com
telegram.me/pharepub

روابط عمومی: ۸۸۳۹۱۴۳۵ ـ ۶۶۵۹۷۹۹۹

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب برای انتشارات علمی فار و پدیدآورندگان آن محفوظ است.

انتشارات علمی فار
phare
www.pharepub.com

مقدمه

به نام خدا

حتماً همهٔ شما در زندگیتان لحظاتی حس خاص بودن داشته‌اید.

اکنون که شما دارید این مقدمه را می‌خوانید حتماً انسان خاصی هستید. اما چرا؟

اولاً؛ امسال اولین سالی است که از کتاب درسی جدید کنکور برگزار می‌شود و شما اولین نفری هستید که از این کتاب‌های درسی کنکور می‌دهید پس شما آدم خاصی هستید (حتماً الان در دِلت می‌گویی نخواستیم این خاص بودن را.)

دوماً؛ شما در حال خوندان کتابی هستید که سطح سؤالاتش از تمام کتاب‌های فیزیک موجود در بازار بالاتره و پر از سؤالات چالشی و جدید برحسب کتاب درسی جدیده. ما در این کتاب تمام تلاشمان را کردیم تا با آوردن درس‌نامه‌های خلاصه و کامل که همهٔ نکات را دربر می‌گیرد یک جمع‌بندی روی مطالب فیزیک دوازدهم انجام بدهیم و بعد در هر آزمون تمام نکات را در تست‌ها پوشش بدهیم.

اگر می‌خواهید از این کتاب بهترین استفاده را بکنید، قبل از حل هر آزمونی حتماً درس‌نامه مربوط به آن را کامل بخوانید و بعد سراغ حل تست‌ها بروید. به‌علاوه آزمون‌های جامع بین فصلی و آخر هر فصل را از دست ندهید چون در این آزمون‌ها سؤال‌های ترکیبی فراوان پیدا می‌شود. به شما اطمینان می‌دهیم که با حل تست‌های این کتاب همهٔ نکاتی را که ممکن است در کنکور مطرح شود حداقل ۳ یا ۴ بار در این کتاب می‌بینید.

از اون‌جایی که هیچ بقالی نمی‌گوید ماست من ترشه ما هم ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب رو تک‌تک می‌گوییم:)!!

راهنمای کتاب

از ویژگی‌های این کتاب

۱ دارا بودن تست‌های چالشی و با پوشش کامل به فرم کتاب درسی نظام جدید که شما را برای شرکت در هر آزمون آزمایشی و کنکور صددرصد آماده می‌کند.

۲ وجود چندین آزمون کلی و جمع‌بندی که برگزاری هر کدام از آن‌ها می‌تواند باعث دورهٔ چند فصل با هم در کمترین زمان ممکن بشود.

۳ حل تست‌های پیچیده و چالشی به صورت فیلم ویدیویی توسط تعدادی از دبیران باسواد و مطرح کنکور: من به عنوان کسی که علاوه بر کار تألیف در سالیان طولانی با دانش‌آموزان زیادی روبه‌رو بوده‌ام همیشه با یک مطلب جالب توجه، مواجه می‌شدم. اکثر بچه‌ها در یک سری سؤال‌های مشترکی با مشکل روبه‌رو می‌شدند و حتی با خواندن چندبار پاسخ آن‌ها مشکلشان برطرف نمی‌شد. اما به محض این‌که همان سؤال‌ها را در کلاسی حل می‌کردم همه با حالت تعجب می‌گفتن راه حل چقدر آسان بود و ما هر چی پاسخ را می‌خواندیم نمی‌فهمیدیم.

این موضوع باعث شد تا جرقه‌ای در ذهنم زده شود تا برای اولین‌بار این مشکل را برای دانش‌آموزانی که از این کتاب استفاده می‌کنند حل کنم.

بنابراین از دبیران باسواد و مطرح کنکور دعوت کردم تا تمامی سؤالات پرچالش و نیازمند به توضیحات بیشتر در همهٔ فصل‌های این کتاب را در جلوی دوربین حل کنند و به صورت فیلم کوتاه آموزشی این سؤالات در بخش پاسخ‌نامهٔ کتاب با QR Code مشخص شده‌اند و شما می‌توانید با دوربین موبایلتان و اسکن آن‌ها، فیلم حلشان را به‌طور رایگان ببینید تا مشکلاتتان برطرف شود.

لذا این کتاب را می‌توان اولین کتاب گویا و تصویری کنکوری در زمینهٔ فیزیک دانست..

حرف آخر

تألیف کتابی که اکثر تست‌های اون تألیفی باشد کاری وقت‌گیر و طاقت‌فرساست. بدون شک انجام این کار بدون همراهی تیم فنی انتشارات فار و به خصوص سرکار خانم‌ها «سوری درزی و ندا زاهدی» امکان‌پذیر نبود.

در تألیف این کتاب چند تن از مطرح‌ترین دبیران کنکور کمک کردند از جمله آقای مهندس امیررضا خوبینی‌ها که در تألیف فصل دینامیک و همچنین حرکت کمک بسیاری کردند.

آقای مهندس مهدی آذرنسب که در تألیف فصل حرکت و نوسان زحمت زیادی کشیدند ودر پایان خوندان و ادیت نهایی آزمون‌های جامع با ایشان بود.

آقای مهندس فراز رسولی قهرودی که هماهنگی تألیف را بر عهده داشتند و بدون حضور ایشان کار به سرانجام نمی‌رسید.

در پایان برای شما دانش‌آموزان عزیز آرزوی موفقیت می‌کنم و امیدوارم به کنکور به‌عنوان یک هدف نگاه نکنید و آن‌را مثل یک آزمون مهیج در نظر بگیرید و یک فردا و آینده بهتری را برای خودتان رقم بزنید.

این شعر شاملو شاید وصف حال خیلی از شما باشد:

«میان کتاب‌ها گشتم
میان روزنامه‌های پوسیدهٔ پرغبار،
در خاطرات خویش
در حافظه‌ای که دیگر مدد نمی‌کند.
خود را جستم و فردا را
عجبا!
جستجوگرم من
نه جستجوشونده
من اینجاییم و آینده
در مشت‌های من»

پیروز و سربلند باشید

ارسلان رحمانی

۱۳۹۸

معرفی فار آزمون فیزیک دوازدهم

همان‌طور که در قسمت بالا گفتیم این کتاب دارای ویژگی‌های متعدد و مختص به خودش است که آن را نسبت به کتاب‌های موجود در بازار متمایز می‌کند. حالا قصد داریم به‌طور دسته‌بندی شده و کوتاه به آن اشاره کنیم.

۱ از تمام زوایای مختلف متن کتاب، نمودارها، شکل‌ها و جداول تست طرح شده است.

- هر نوع مدل تست که می‌تواند در کنکور مطرح شود در این کتاب آمده است.
- تست‌های این کتاب کاملاً جدید هستند و از سوالات کنکور نظام قدیم نیز به صورت به‌روز رسانی شده، استفاده شده است.
- تست‌های تکراری در کتاب وجود ندارند و هرکدام از سوال‌ها به همراه گزینه‌های آن ارزش چند بار استفاده شدن را دارند.
- از همهٔ قسمت‌های کتاب درسی (متن کتاب، شکل‌ها، نمودارها، جداول و فعالیت‌ها و تمرین‌ها) تست طرح شده است؛ بنابراین پوشش کامل دارد.

۲ پیکربندی آزمون‌ها دقیق و از نظر محتوایی منطبق با استاندارد کنکور سراسری است.

- از آن‌جایی که آزمون‌ها با استاندارد کنکور سراسری تنظیم شده‌اند باعث شده تا درجه سختی آزمون‌ها بی‌مورد بالا نرود.
- به تعداد کافی آزمون مبحثی ، مروری و جامع طرح شده است تا تمام فصل‌های کتاب درسی را به‌طور کامل پوشش دهند.

۳ پاسخ‌نامه کتاب به صورت کاملاً تشریحی بدون اضافه گویی با نکته‌های مناسب آمده‌اند.

- همهٔ نکات هر سوال در پاسخ تست آورده شده است.
- درجه سختی سوال‌ها به‌صورت "متوسط ▮▮ " "نسبتاً سخت ▮▮▮ " "سخت ▮▮▮▮ " در ابتدای هر پاسخ آمده است

۴ در این کتاب درس‌نامهٔ مختصر و مفید از کل هر فصل همراه با نمودارها، شکل‌ها و جداول در ابتدای پاسخ‌نامه آزمون مربوطه آمده‌است. می‌توانید با یک مرور سریع یک فصل را به‌خوبی یادآوری کنید و سپس سراغ آزمون‌ها بروید.

راهنمای کوتاه استفاده از کتاب به قرار زیر است:

۱ مطالعهٔ دقیق و عمیق هر مبحث از یک فصل در کتاب درسی و جزوهٔ دبیر

۲ انجام آزمون‌های مبحثی بدون زمان گرفتن و همراه با تحلیل پاسخ‌ها(همهٔ تست‌هایی که درست پاسخ داده‌اید و هم نادرست)

۳ انجام آزمون‌های جامع فصل به همراه تحلیل پاسخ‌ها؛ قبل از هر آزمون، مرور سریع بر مطالب آن فصل داشته باشید

۴ انجام آزمون های یادآوری (مروری) برای دوره فصل‌های گذشته به همراه تحلیل پاسخ‌ها

۵ انجام آزمون‌های جامع کتاب در فصل بهار به همراه تحلیل پاسخ‌ها

۶ نوشتن نکته‌های مهم بعضی تست‌ها و پاسخ‌ها در هر نوبتی که آزمونی را برگزار می‌کنید

۷ بهتر است آزمون‌های این کتاب حداقل ۲ بار در زمان‌های مناسب تکرار شود.

۸ باتوجه به ساختار کتاب‌های فارآزمون می‌توانید از ابتدای سال تحصیلی تا آخر خرداد ماه از آن استفاده کنید.

با آرزوی بهترین‌ها برای شما دانش آموزان گرم و صمیمی

سرمشاور انتشارات فار

فهرست

آزمون‌ها

آزمون‌های فصل اول

آزمون ۱: شناخت حرکت ۳
آزمون ۲: شناخت حرکت ۶
آزمون ۳: حرکت یکنواخت ۸
آزمون ۴: حرکت با شتاب ثابت ۱۰
آزمون ۵: حرکت با شتاب ثابت ۱۲
آزمون ۶: حرکت با شتاب ثابت ۱۵
آزمون ۷: جامع (۱) ۱۷
آزمون ۸: جامع (۲) ۲۰

آزمون‌های فصل دوم

آزمون ۹: انواع نیرو و قانون اول نیوتون ۲۴
آزمون ۱۰: بررسی قانون اول نیوتون و انواع نیرو ۲۷
آزمون ۱۱: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسائل ۲۹
آزمون ۱۲: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسائل ۳۲
آزمون ۱۳: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسائل ۳۴
آزمون ۱۴: دینامیک تکانه ۳۶
آزمون ۱۵: جامع (۱) ۳۹
آزمون ۱۶: جامع (۲) ۴۱
آزمون ۱۷: مروری فصل ۱و۲ ۴۴
آزمون ۱۸: مروری فصل ۱و۲ ۴۷

آزمون‌های فصل سوم

آزمون ۱۹: حرکت هماهنگ ساده ۵۲
آزمون ۲۰: نوسانات آونگ و فنر ۵۴
آزمون ۲۱: نوسانات آونگ و فنر ۵۶
آزمون ۲۲: انرژی در حرکت هماهنگ ساده ۵۹
آزمون ۲۳: آزمون جامع حرکت هماهنگ ساده ۶۱
آزمون ۲۴: مفاهیم موج و سرعت انتشار ۶۴
آزمون ۲۵: نمودارهای موج و مسائل ترکیبی با نوسان ۶۶
آزمون ۲۶: جمع‌بندی موج مکانیکی ۶۹
آزمون ۲۷: امواج الکترومغناطیس ۷۱
آزمون ۲۸: صوت ۷۴
آزمون ۲۹: صوت ۷۶
آزمون ۳۰: جامع نوسان و انواع موج ۷۸
آزمون ۳۱: جامع نوسان و انواع موج ۸۰
آزمون‌های ۳۲: جمع‌بندی ترم ۸۳
آزمون ۳۳: بازتاب امواج و قانون عمومی تابش و بازتابش ۸۷
آزمون ۳۴: شکست امواج ۸۹
آزمون ۳۵: شکست امواج ۹۳
آزمون ۳۶: جمع‌بندی بازتاب امواج و شکست امواج ۹۵
آزمون ۳۷: جمع‌بندی بازتاب و شکست امواج ۹۷
آزمون ۳۸: جمع‌بندی فصل ۳ ۱۰۰
آزمون ۳۹: جمع‌بندی فصل ۳ ۱۰۳

آزمون‌های فصل چهارم

آزمون ۴۰: فوتون و پدیده فوتو الکتریک ۱۰۷
آزمون ۴۱: طیف تابشی و رابطه ریدبرگ ـ بالمر ۱۰۹
آزمون ۴۲: طیف تابشی و رابطه ریدبرگ ـ بالمر ۱۱۰
آزمون ۴۳: الگوهای اتمی و لیزر ۱۱۱
آزمون ۴۴: الگوهای اتمی و لیزر ۱۱۴
آزمون ۴۵: جمع‌بندی پدیده فوتوالکتریک و تابش گازها ۱۱۶
آزمون ۴۶: ویژگی‌های هسته اتم ۱۲۰
آزمون ۴۷: پرتوزایی هسته‌ای رادیواکتیو ۱۲۲
آزمون ۴۸: نیم عمر ۱۲۴
آزمون ۴۹: جامع ۱۲۶

آزمون‌های فصل پنجم

آزمون ۵۰: جامع (۱) ۱۲۹
آزمون ۵۱: جامع (۲) ۱۳۱
آزمون ۵۲: جامع (۳) ۱۳۳
سؤالات کنکور: رشته ریاضی ۹۸ـ نظام جدید ۱۳۶
سؤالات کنکور: رشته ریاضی خارج از کشور ۹۸ـ نظام جدید ۱۴۱
سؤالات کنکور ۵۶: رشته تجربی ۹۸ـ نظام جدید ۱۴۷
سؤالات کنکور ۵۷: رشته تجربی خارج از کشور ۹۸ـ نظام جدید ۱۵۰

پاسخنامه‌ها

پاسخ‌نامه فصل اول

پاسخ آزمون ۱: شناخت حرکت ۱۵۴
پاسخ آزمون۲: شناخت حرکت ۱۶۳
پاسخ آزمون۳: حرکت یکنواخت ۱۶۷
پاسخ آزمون۴: حرکت با شتاب ثابت ۱۷۳
پاسخ آزمون ۵: حرکت با شتاب ثابت ۱۸۶
پاسخ آزمون۶: حرکت با شتاب ثابت ۱۹۲
پاسخ آزمون ۷: جامع (۱) ۱۹۹
پاسخ آزمون ۸: جامع (۲) ۲۰۵

پاسخ‌نامه فصل دوم

آزمون ۹: انواع نیرو و قانون اول نیوتون ۲۱۱
پاسخ آزمون ۱۰: بررسی قانون اول نیوتون و انواع نیرو ۲۲۳
پاسخ آزمون ۱۱: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسائل ۲۲۸
پاسخ آزمون ۱۲: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسایل ۲۳۵
پاسخ آزمون ۱۳: کاربرد قانون دوم نیوتون در حل مسائل ۲۴۱
پاسخ آزمون ۱۴: دینامیک تکانه ۲۴۶
پاسخ آزمون ۱۵: جامع (۱) ۲۵۱
پاسخ آزمون ۱۶: جامع (۲) ۲۵۶
پاسخ آزمون ۱۷: مروری فصل ۱ و ۲ ۲۶۱
پاسخ آزمون ۱۸: مروری فصل ۱ و ۲ ۲۶۷

پاسخ نامه فصل سوم

پاسخ آزمون ۱۹: حرکت هماهنگ ساده ۲۷۴
پاسخ آزمون ۲۰: نوسانات آونگ و فنر ۲۸۲
پاسخ آزمون ۲۱: نوسانات آونگ و فنر ۲۹۱
پاسخ آزمون ۲۲: انرژی در حرکت هماهنگ ساده ۲۹۶
پاسخ آزمون ۲۳: آزمون جامع حرکت هماهنگ ساده ۳۰۱
پاسخ آزمون ۲۴: مفاهیم موج و سرعت انتشار ۳۰۶

آزمون ۲۵: نمودارهای موج و مسایل ترکیبی با نوسان ۳۱۵
آزمون ۲۶: جمع‌بندی موج مکانیکی ۳۱۹
آزمون ۲۷: امواج الکترومغناطیس ۳۲۳
آزمون ۲۸: صوت ۳۲۶
آزمون ۲۹: صوت ۳۳۳
آزمون ۳۰: جامع نوسان و انواع موج ۳۳۸
آزمون ۳۱: جامع نوسان و انواع موج ۳۴۲
پاسخ آزمون ۳۲: جمع‌بندی ترم ۳۴۶
آزمون ۳۳: بازتاب امواج و قانون عمومی تابش و بازتابش ۳۵۳
پاسخ آزمون ۳۴: شکست امواج ۳۵۹
پاسخ آزمون ۳۵: شکست امواج ۳۷۱
پاسخ آزمون ۳۶: جمع‌بندی بازتاب امواج و شکست امواج ۳۷۶
پاسخ آزمون ۳۷: جمع بندی بازتاب و شکست امواج ۳۸۰
پاسخ آزمون ۳۸: جمع‌بندی فصل ۳ ۳۸۴
پاسخ آزمون ۳۹: جمع بندی فصل ۳ ۳۹۰

پاسخ‌نامه فصل چهارم

پاسخ آزمون ۴۰: فوتون و پدیده فوتوالکتریک ۳۹۵
آزمون ۴۱: طیف تابشی و رابطه ریدبرگ-بالمر ۴۰۰
آزمون ۴۲: طیف تابشی و رابطه ریدبرگ-بالمر ۴۰۵
آزمون ۴۳: الگوهای اتمی و لیزر ۴۰۸
آزمون ۴۴: الگوهای اتمی و لیزر ۴۱۳
آزمون ۴۵: جمع‌بندی پدیده فوتو الکتریک و تابش گازها ۴۱۷
پاسخ آزمون ۴۶: ویژگی‌های هسته اتم ۴۲۴
پاسخ آزمون ۴۷: پرتوزایی هسته‌ای رادیواکتیو ۴۲۸
پاسخ آزمون ۴۸: نیم عمر ۴۳۳
پاسخ آزمون ۴۹: جامع ۴۳۷

فصل پنجم

پاسخ آزمون ۵۰: جامع (۱) ۴۴۲
پاسخ آزمون ۵۱: جامع (۲) ۴۴۷
پاسخ آزمون ۵۲: جامع (۳) ۴۵۲
پاسخ سؤالات کنکور۹۸: رشته ریاضی ـ نظام جدید ۴۵۷
پاسخ سؤالات کنکور۹۸: رشته ریاضی خارج از کشور ـ نظام جدید ۴۶۵
پاسخ سؤالات کنکور۹۸: رشته تجربی ـ نظام جدید ۴۷۳
پاسخ سؤالات کنکور۹۸: رشته تجربی خارج از کشور ـ نظام جدید ۴۷۸

سوالات کنکور سراسری ۹۹

رشته تجربی داخل کشور ـ نظام جدید ۴۸۴
رشته تجربی خارج از کشور ـ نظام جدید ۴۸۸
رشته ریاضی داخل کشور ـ نظام جدید ۴۹۲
رشته ریاضی خارج از کشور ـ نظام جدید ۴۹۷
پاسخ سوالات رشته تجربی ـ نظام جدید ۵۰۴
پاسخ سوالات رشته تجربی خارج از کشور ـ نظام جدید ۵۱۳
پاسخ سوالات رشته ریاضی ـ نظام جدید ۵۲۲
پاسخ سوالات رشته ریاضی خارج از کشور ـ نظام جدید ۵۳۲

آزمون‌های فصل دوم

دینامیک

آزمون ۹: انواع نیرو و قانون اول نیوتون

۲۵ دقیقه

۱. چه تعداد گزاره‌های زیر همواره صحیح است؟

الف) در غیاب نیرو، اگر یک جسم در حال حرکت باشد، به حرکت یکنواخت خود ادامه می‌دهد.

ب) ضریب اصطکاک بین دو سطح، به جنس سطوح تماس بستگی دارد.

پ) مقدار نیروی اصطکاک با نیروی عمود بر سطح رابطهٔ مستقیم دارد.

ت) جهت حرکت یک جسم فقط در حرکت از حالت سکون در جهت برآیند نیروهای وارد بر آن است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲. شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت غرب هل می‌دهد. در این عمل نیروهای اصطکاک وارد به شخص و صندوق، به ترتیب هر یک به کدام جهت است؟ (تجربی - ۹۶)

۱) غرب و شرق ۲) هر دو غرب ۳) شرق و غرب ۴) هر دو شرق

۳. یک فنر به ثابت $۲۴۰\frac{N}{m}$، را از دو طرف با نیروی ۶۰ نیوتون می‌کشیم. افزایش طول فنر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) صفر

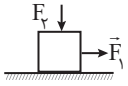
۴. در چه ارتفاعی از سطح زمین، وزن یک جسم $\frac{۱}{۲۵}$ وزن آن روی سطح زمین است؟ (R_e : شعاع کرهٔ زمین)

۱) $۵R_e$ ۲) $۴R_e$ ۳) $۲۵R_e$ ۴) $۲۴R_e$

۵. افزایش طول فنر سبکی وقتی که وزنه $m_۱$ به انتهای آن آویزان شود در حالت تعادل برابر ۹cm است. اگر با همین فنر، وزنه‌ای به جرم $m_۲$ را روی سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی $\frac{۱}{۴}$ با سرعت ثابت به صورت افقی بکشیم، افزایش طول فنر ۳cm می‌شود. نسبت $\frac{m_۲}{m_۱}$ کدام است؟

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

۶. مطابق شکل جسمی به جرم m تحت اثر دو نیروی عمود بر هم در حالت تعادل قرار دارد. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_۱$ را سه برابر کنیم. باز هم جسم در حالت تعادل می‌ماند. اندازهٔ نیروی سطح چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد اما به ۳ برابر نمی‌رسد.

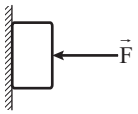
۲) افزایش می‌یابد و بیش‌تر از ۳ برابر می‌شود.

۳) افزایش می‌یابد و ۳ برابر می‌شود.

۴) افزایش می‌یابد اما نحوهٔ تغییر آن مشخص نیست.

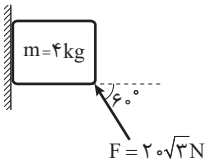
PHAREPUB.COM

۷. در شکل زیر، جسم با نیروی افقی $F = F_1$ در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد و با نیروی افقی $F = F_2$ با سرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک در این دو حالت به ترتیب f_2 و f_1 باشد، کدام مورد درست است؟ $(\mu_s > \mu_k)$ (ریاضی - ۹۵)



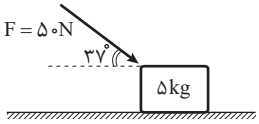
۱) $f_1 > f_2 \ , F_1 > F_2$
۲) $f_1 > f_2 \ , F_1 = F_2$
۳) $f_1 = f_2 \ , F_1 < F_2$
۴) $f_1 = f_2 \ , F_1 = F_2$

۸. در شکل روبه‌رو جسم ۴ کیلوگرمی با سرعت ثابت $1\frac{m}{s}$ به طرف پایین می‌لغزد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح دیوار چه‌قدر است؟ $(g = 10\frac{N}{kg}$ و $\cos 60^\circ = 0/5)$



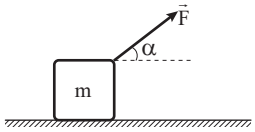
۱) $\sqrt{3}$
۲) ۱
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

۹. در شکل مقابل جسم ساکن و $\mu_s = \frac{3}{4}$ است. نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، چند نیوتن است؟



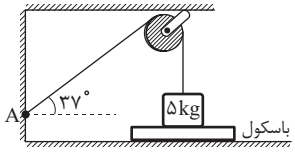
۱) $40\sqrt{5}$
۲) ۴۰
۳) $100\sqrt{5}$
۴) ۱۰۰

۱۰. مطابق شکل مقابل جسمی به جرم m بر روی یک سطح افقی قرار دارد. اگر α را از صفر تا 90° تغییر دهیم جسم بر روی سطح ساکن می‌ماند. با تغییر α از ۰ تا 90° اندازهٔ نیروی واکنش سطح چه‌گونه تغییر می‌کند؟



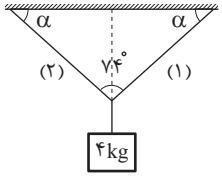
۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۱۱. در شکل روبه‌رو باسکول ۱۵ نیوتون را نمایش می‌دهد، نیرویی که نخ به نقطهٔ A (بر روی دیوارهٔ قائم) اثر می‌دهد چند نیوتن است؟ $(g = 10\frac{N}{kg}$ و $\sin 37^\circ = 0/6)$



۱) ۱۵
۲) ۳۵
۳) ۲۵
۴) ۳۰

۱۲. اگر در شکل روبه‌رو طول نخ‌های ۱ و ۲ با هم برابر باشند، نیروی کشش هر کدام چند نیوتن است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8 \ , \ g = 10\frac{m}{s^2})$ (ریاضی خارج از کشور - ۸۵)

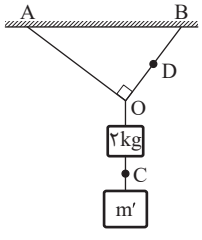


۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۳۵

۱۳. یک طناب افقی به طول ۸m بین دو دیوار بلند بسته شده است. وزنهٔ ۳۰N را به وسط آن آویزان می‌کنیم. طناب، کش آمده، وسط طناب ۳ متر پایین می‌آید و در آن حالت به تعادل می‌رسد و می‌ایستد. کشش طناب در این حالت چند نیوتن است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$ (ریاضی خارج از کشور - ۸۶)

۱) ۱۵
۲) ۳۰ (۲۵۳
۴) ۵۰

۱۴. در شکل روبه‌رو طول نخ OA، ۲۸cm و طول نخ OB، ۲۱cm است. اگر نیروی کشش نخ در نقطهٔ D برابر ۳۶N باشد، نیروی کشش نخ در نقطهٔ C چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{N}{kg}$ و جرم نخ‌ها ناچیز است.)



۱) ۴۵
۲) ۲۰
۳) ۲۷
۴) ۲۵

PHAREPUB.COM

پاسخ‌نامه فصل دوم

دینامیک

آزمون ۹: انواع نیرو و قانون اول نیوتون

۱. گزینه ۳

درس‌نامه ۱ نیرو

در ابتدا کمی در ارتباط با نیرو و آثار آن صحبت می‌کنیم:

نیرو عاملی است که اگر به یک جسم وارد شود، باعث تغییر در وضعیت حرکت آن جسم می‌شود.

نیرو، برهمکنش (تأثیر) دو جسم بر یک‌دیگر است.

برهم‌کنش (تأثیر) دو جسم بر هم، ممکن است ناشی از تماس دو جسم باشد مانند نیروهای سطح، کشش نخ و کشسانی فنر و یا دو جسم از راه دور بر یک‌دیگر نیرو وارد کنند. مانند نیروی گرانشی، نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی

«نیرو کمیتی برداری است و دارای اندازه و جهت است.»

آثار نیرو

- نیرو می‌تواند جسم ساکن را به‌حرکت درآورد.
- نیرو می‌تواند باعث افزایش یا کاهش تندی جسم شود.
- نیرو می‌تواند باعث تغییر در شکل جسم شود.
- نیرو می‌تواند جسم در حال حرکت را متوقف کند.
- نیرو می‌تواند باعث تغییر جهت حرکت جسم شود.

اندازه‌گیری نیرو

نیـرو با کمک آثار آن اندازه‌گیری می‌شـود. به عنوان مثال نیرو را می‌توان با کمک تغییر طولی که برای یک فنر ایجاد می‌کند و یا شـتابی که برای یک جسم ایجاد می‌کند اندازه‌گیری کرد. یکای اندازه‌گیری نیرو در SI نیوتون (N) نام دارد

انواع نیرو:
- ۱) نیروهای سطح
  - عمود برسطح (N)
  - اصطکاک f_k, f_s, f
- ۲) کشش نخ T
- ۳) کشسانی فنر Fe
- ٤) گرانشی F_G ، W
- ۵) الکتریکی F_E
- ٦) مغناطیسی F_B
- ۷) ارشمیدس F_b
- ۸) هسته‌ای قوی F_N

PHAREPUB.COM

قانون اول نیوتن

«یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند، مگر آن‌که تحت تأثیر نیرویی، مجبور به تغییر آن حالت شود.»

در این حالت گفته می‌شود نیروهای وارد بر جسم متوازن است.

از قانون اول نیوتن نتیجه می‌شود که اگر به جسمی نیرو وارد نشود، چنان‌چه جسم ساکن باشد، ساکن می‌ماند و اگر در حرکت باشد، به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می‌دهد.

لختی (اینرسی)

از قانون اول نیوتن، نتیجه می‌شود که اجسام تمایل دارند وضعیت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ کنند. به این تمایل اجسام لختی گفته می‌شود. به قانون اول نیوتن، قانون لختی نیز می‌گویند.

قانون دوم نیوتن

«اگر به یک جسم نیروی خالصی وارد شود، شتابی می‌گیرد که با نیروی خالص وارد بر جسم، نسبت مستقیم دارد و با آن هم‌جهت است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.»

تذکر: منظور از نیروی خالص و ارد بر جسم، برآیند نیروهای وارد بر جسم است.

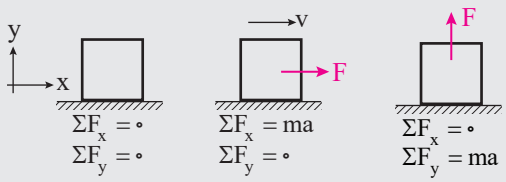
اگر جرم جسم برابر m، اندازهٔ نیروی خالص وارد بر آن F_{net} و اندازهٔ شتابی که جسم پیدا می‌کند a باشد:

$$\begin{cases} a \propto F_{net} \\ a \propto \frac{1}{m} \end{cases} \Rightarrow a \propto \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow \frac{(\frac{F_{net}}{m})}{a} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{F_{net}}{ma} = \text{ثابت} \Rightarrow F_{net} = ma$$

در تدوین یکاهای دستگاه SI، یکای کمیت نیرو را به صورت زیر تعریف کرده‌اند تا ثابت در این دستگاه برابر یک شود و رابطهٔ قانون دوم نیوتن در دستگاه SI به صورت $F = ma$ است.

تعریف یکای نیرو در SI (نیوتن): «یک نیوتن، نیرویی است که اگر به جسم یک کیلوگرم وارد شود، به آن شتابی برابر یک‌متر بر مجذور ثانیه بدهد.»

نکته توجه کنید که قوانین اول و دوم نیوتون روابطی برداری هستند و در دو راستای عمود بر هم از یکدیگر مستقل هستند به عبارت دیگر ممکن است برای یک جسم در یک راستا قانون اول نیوتون و در راستای دیگر قانون دوم نیوتون برقرار باشد. به شکل‌های روبه‌رو توجه کنید:

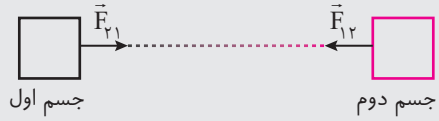


قانون سوم نیوتون (عمل و عکس‌العمل)

«هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی برابر با آن، ولی در خلاف جهت وارد می‌کند.»

اگر نیرویی که جسم اول به‌جسم دوم وارد می‌کند را نیروی کنش (عمل) بنامیم، نیرویی که جسم دوم به جسم اول وارد می‌کند، نیروی واکنش (عکس‌العمل) خواهد بود.

در شکل زیر نیروی $\vec{F_{12}}$ (نیرویی که جسم اول به جسم دوم وارد می‌کند) کنش، و نیروی $\vec{F_{21}}$ (نیرویی که جسم دوم به جسم اول وارد می‌کند)، واکنش آن است.



$$\vec{F_{12}} = -\vec{F_{21}} \Rightarrow F_{12} = F_{21}$$

برای شناخت بیش‌تر نیروهای کنش و واکنش توجه کنید که:

۱ این دو نیرو همواره هم‌اندازه، هم‌راستا و در سوهای مخالف یک‌دیگرند.

۲ به دو جسم وارد می‌شوند، نیروی کنش را جسم اول به جسم دوم و نیروی واکنش را جسم دوم به جسم اول وارد می‌کند. به همین دلیل برآیندگیری بین نیروی عمل و عکس‌العمل بی‌معنی است و این دو نیرو یکدیگر را خنثی نمی‌کنند.

۳ این دو نیرو هم‌نوع‌اند، به‌عنوان مثال یا هر دو گرانشی‌اند و یا هر دو الکتریکی‌اند.

PHARPUB.COM

تست ۱. کدام یک از پدیده‌های زیر با قانون سوم نیوتون (عمل و عکس‌العمل) توجیه نمی‌شود؟

۱) کشیده شدن دست به سمت پایین هنگام بلند کردن یک جسم سنگین

۲) رو به جلو رفتن شناگر درون استخر

۳) احساس درد در پا هنگام برخورد آن به یک جسم سخت

۴) به حرکت درآمدن اتومبیل در اثر فشردن پدال گاز

پاسخ : گزینه ۴

تک‌پله: علت حرکت اتومبیل در اثر فشردن پدال گاز قانون سوم نیوتون نیست، بلکه تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی جنبشی عامل حرکت اتومبیل است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: وقتی به جسم سنگین روبه بالا نیرو وارد می‌کنیم جسم طبق قانون سوم نیوتون به دست ما به سمت پایین نیرو وارد می‌کند و دست ما به سمت پایین کشیده می‌شود.

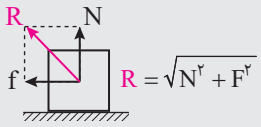
گزینه «۲»: شناگر به آب به سمت عقب نیرو وارد می‌کند و آب طبق قانون سوم نیوتون به شناگر به سمت جلو نیرو وارد می‌کند و باعث حرکت شناگر به سمت جلو می‌شود.

گزینه «۳»: وقتی پای ما به یک جسم سخت برخورد می‌کند به آن نیرو وارد می‌کند و جسم سخت طبق قانون سوم نیوتون به پای ما همان نیرو را وارد می‌کند و باعث احساس درد در پای ما می‌شود.

نیروهای تماسی (نیروی سطح)

نیروی عمود بر سطح (N): دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می‌کنند که می‌خواهد از فرو رفتن دو سطح در یکدیگر جلوگیری کند که به آن نیروی عمود بر سطح یا نیروی عمودی تکیه‌گاه می‌گویند.

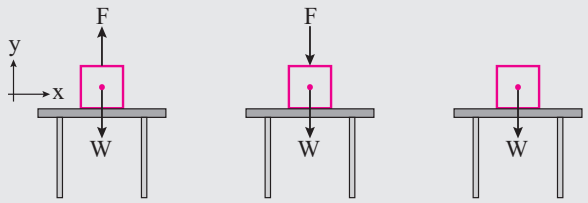
نیروی اصطکاک (f): دو سطح در تماس در راستای مماس بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می‌کنند که می‌خواهد از لغزش دو سطح روی یک‌دیگر جلوگیری کند که به آن نیروی اصطکاک می‌گویند.



«منظور از نیروی سطح R برآیند دو نیروی فوق است.

محاسبهٔ نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه)

نیروی عمود بر سطح (نیروی عمود تکیه‌گاه) برای جلوگیری از فرورفتن دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس و به صورت رانشی (دافعه) ایجاد می‌شود. برای محاسبهٔ نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه) باید از قوانین نیوتون دربارهٔ حرکت استفاده کرد. جسمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل‌های زیر روی سطح افقی یک میز در حال سکون قرار دارد.



شکل (۳) شکل (۲) شکل (۱)

در شکل (۱) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$\sum F_y = ma = 0 \Rightarrow N - W = 0 \Rightarrow N = W$$

در شکل (۲) نیروهای وارد بر جسم به‌صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$\sum F_y = ma = 0 \Rightarrow N - F - W = 0 \Rightarrow N = W + F$$

در شکل (۳) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$\sum F_y = ma = 0 \Rightarrow N + F - W \Rightarrow N = W - F$$

در شکل (۳) اگر نیروی F از نیروی W (وزن جسم) بیش‌تر باشد، جسم از سطح میز جدا می‌شود و دیگر رابطهٔ فوق برقرار نخواهد بود.

$(N = 0)$

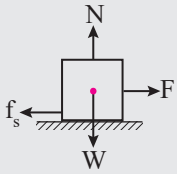
نیروی اصطکاک

نیروی اصطکاک برای جلوگیری از لغزش دو سطح در تماس در راستای مماس بر سطح تماس و به سمتی که از لغزش دو سطح روی یک‌دیگر جلوگیری کند ایجاد می‌شود. نیروی اصطکاک به دو شکل زیر ایجاد می‌شود:

الف) دو سطح در تماس روی هم نمی‌لغزند و نسبت به هم ساکن هستند و بین دو سطح نیروی اصطکاک وجود دارد. در حالی که اگر نیروی اصطکاک وجود نداشت، دو سطح روی هم می‌لغزیدند. به نیروی اصطکاک در این شرایط نیروی اصطکاک ایستایی می‌گوییم. نیروی اصطکاک ایستایی را با f_s نشان می‌دهیم.

ب) دو سطح در تماس روی هم می‌لغزند و بین دو سطح نیروی اصطکاک وجود دارد. به نیروی اصطکاک در این شرایط نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی) می‌گوییم. نیروی اصطکاک جنبشی را با f_k نشان می‌دهیم.

نیروی اصطکاک ایستایی



نیروی اصطکاک ایستایی با کمک قانون دوم نیوتون و با فرض ساکن بودن دو سطح روی هم به‌دست می‌آید. جسمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل زیر روی یک سطح افقی قرار دارد و به آن نیروی F در راستای افقی وارد می‌شود و ساکن است.

به دلیل تعادل جسم و طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum F = 0 \Rightarrow \boxed{f_s = F}$$

یعنی نیروی اصطکاک ایستایی به اندازهٔ نیروی محرک وارد بر جسم در راستای سطح است. اگر نیروی F تغییر کند و جسم باز هم ساکن باشد به معنی این است که نیروی اصطکاک ایستایی نیز تغییر کرده است و باز هم به اندازهٔ نیروی محرک وارد بر جسم در راستای سطح ایجادشده است. می‌توان نتیجه گرفت نیروی اصطکاک ایستایی به اندازهٔ لازم و کافی برای جلوگیری از لغزش دو سطح روی هم ایجاد می‌شود.

بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی (نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت)

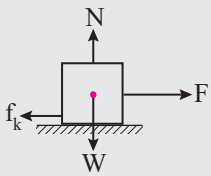
بدیهی است که اگر نیروی F به اندازهٔ کافی بزرگ باشد جسم روی سطح می‌لغزد. یعنی نیروی اصطکاک ایستایی به هر اندازه‌ای نمی‌تواند ایجاد شود. بیش‌ترین نیروی اصطکاک ایستایی بین دو سطح در تماس را $f_{s,max}$ می‌نامیم و به آن نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت گفته می‌شود.

آزمایش‌های تجربی نشان می‌دهد که بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی بین دو سطح در تماس متناسب با نیروی عمود بر سطح بین دو سطح در تماس است.

$$f_{s,max} \propto N \Rightarrow \frac{f_{s,max}}{N} = \text{ثابت} = \mu_s \Rightarrow \boxed{f_{s,max} = \mu_s N}$$

در رابطهٔ $f_{s,max} = \mu_s N$، μ_s ضریب ثابتی است که به جنس دو سطح در تماس بستگی دارد و به‌طور تجربی محاسبه می‌شود، به μ_s ضریب اصطکاک ایستایی می‌گویند.

نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی)



جسمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل روبه‌رو، روی یک سطح افقی قرار دارد و به آن نیروی F در راستای افقی وارد می‌شود و جسم روی سطح در حال حرکت است.

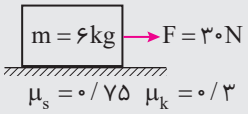
آزمایش‌های تجربی نشان می‌دهد که نیروی اصطکاک جنبشی بین دو سطح در تماس اندازهٔ ثابتی دارد که متناسب با نیروی عمود بر سطح بین دو سطح در تماس است.

$$f_K \propto N \Rightarrow \frac{f_K}{N} = \text{ثابت} = \mu_K \Rightarrow \boxed{f_K = \mu_K N}$$

در رابطهٔ $f_K = \mu_K N$، μ_K ضریب ثابتی است که به جنس دو سطح در تماس بستگی دارد و به‌طور تجربی محاسبه می‌شود، به μ_K ضریب اصطکاک جنبشی (لغزشی) می‌گویند.

PHAREPUB.COM

تست ۲. در شکل مقابل نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود کدام گزینه است؟



۱) ۶۰N ۲) ۳۰N

۳) ۹۰N ۴) $۳۰\sqrt{۵}$N

پاسخ: گزینه ۴

پلهٔ اول: می‌دانیم نیرویی که از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می‌شود برآیند دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک است بنابراین در ابتدا به سادگی نیروی عمودی سطح را محاسبه می‌کنیم.

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow N = mg \Rightarrow N = ۶۰N$$

پلهٔ دوم: حالا باید سراغ محاسبه نیروی اصطکاک برویم، در ابتدا ببینیم که نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه چقدر است:

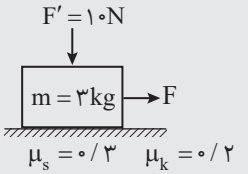
$$f_{s,max} = \mu_s N = \mu_s mg \Rightarrow f_{s,max} = ۰/۷۵ \times ۶ \times ۱۰ = ۴۵N$$

نیروی محرک ۳۰N است و بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی ۴۵N است؛ بنابراین نیروی اصطکاک به اندازهٔ نیروی محرک وارد می‌شود تا جسم را ساکن نگاه دارد، پس $f_s = ۳۰N$ است.

پلهٔ سوم: حالا با استفاده از رابطهٔ $R = \sqrt{f^۲ + N^۲}$ به سادگی نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$R = \sqrt{f^۲ + N^۲} \xrightarrow[N=۶۰N]{f=۳۰N} R = \sqrt{۳۰^۲ + ۶۰^۲} = ۳۰\sqrt{۵}\,N$$

تست ۳. در شکل مقابل نیروی F چند نیوتون باشد تا جسم در آستانه حرکت قرار گیرد؟

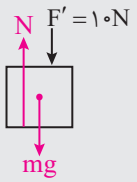


۱) ۱۰ ۲) ۱۱

۳) ۹ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۴

پلهٔ اول: مقدار نیروی F که بتواند جسم را در آستانه حرکت قرار دهد برابر با $f_{s,max}$ (بیشینه اصطکاک ایستایی) خواهد بود. برای محاسبهٔ $f_{s,max}$ در ابتدا باید نیروی عمودی سطح (N) را محاسبه می‌کند:



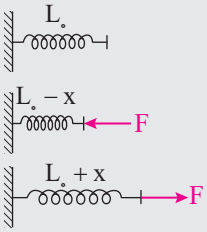
$$\Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N = mg + F' \xrightarrow{m=۳kg,\ g=۱۰\frac{N}{kg}} N = ۳ \times ۱۰ + ۱۰ = ۴۰N$$

پلهٔ دوم: حالا با استفاده از رابطه $f_{s,max} = \mu_s N$ به سادگی اصطکاک ایستایی بیشینه را حساب می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s N \xrightarrow[N=۴۰\,N]{\mu_s=۰/۳} f_{s,max} = ۶۳ \times ۴۰ = ۱۲N$$

بنابراین برای اینکه جسم در آستانه حرکت قرار گیرد نیروی F باید ۱۲N باشد.

نیروی فنر



اگر مطابق شکل‌های زیر یک سر فنری که سر دیگر آن به یک نقطهٔ ثابت بسته شده است با نیرویی به اندازهٔ F فشرده یا کشیده شود، اندازهٔ تغییر طول ایجادشده برای فنر (x) با نیروی وارد بر آن متناسب است.

$$x \propto F \Rightarrow \frac{F}{x} = \text{ثابت}$$ (تغییر طول فنر با نیروی وارد بر آن متناسب است)

برای هر فنر نسبت نیروی وارد بر آن به تغییر طول آن مقدار ثابتی است که ثابت آن فنر نامیده می‌شود و آن را با k نمایش می‌دهند، یکای ثابت فنر در SI، نیوتون بر متر $(\frac{N}{m})$ است.

$$\frac{F}{x} = k \Rightarrow \boxed{F_e = kx}$$

ثابت فنر به ویژگی‌های فیزیکی خود فنر بستگی دارد نه به نیرو یا تغییر طول فنر.

برای تبدیل این رابطه به رابطهٔ برداری (قانون هوک) علامت منفی را لحاظ می‌کنیم.

$$\boxed{\vec{F}_e = -k\vec{x}}$$

تست ٤. اگر فنری به ثابت $k = ۱۰۰ \frac{N}{m}$ را به اندازهٔ x سانتی‌متر با دست فشرده کنیم، نیروی $F = ۳۰N$ از طرف فنر به‌دست ما وارد می‌شود. x کدام است؟

۱) ۳۰ ۲) ۳ ۳) ۳۰۰ ۴) ۰/۳

پاسخ: گزینه ۱

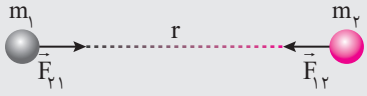
تک‌پله: به سادگی با استفاده از رابطه $F_e = -kx$ داریم:

$$F_e = -kx \xrightarrow[k=۱۰۰\frac{N}{m}]{F=۳۰\,N} ۳۰ = -۱۰۰x \Rightarrow x = ۰/۳m = ۳۰cm$$

نیروی گرانشی

«هر دو جرم یک‌دیگر را با نیرویی که نیروی گرانشی نام دارد می‌ربایند.»

قانون گرانشی نیوتون



«نیروی گرانشی متقابل میان دو ذره با حاصل‌ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصلهٔ آن‌ها از یک‌دیگر نسبت وارون دارد.

اگر جرم دو ذره $m_۱$ و $m_۲$ و فاصلهٔ میان آن‌ها مطابق شکل برابر r باشد، برای اندازهٔ نیروی گرانشی متقابل میان دو ذره (F) داریم:

$$\overrightarrow{F_{۲۱}} = -\vec{F}_{۱۲} \Rightarrow F_{۲۱} = F_{۱۲} = F$$

نیروهای گرانشی‌ای که دو جرم به یک‌دیگر وارد می‌کنند، کنش و واکنش یک‌دیگر هستند و اندازهٔ یکسانی دارند.

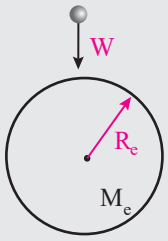
$$\begin{cases} F \propto m_۱m_۲ \\ F \propto \frac{۱}{r^۲} \end{cases} \Rightarrow F \propto \frac{m_۱m_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F}{(\frac{m_۱m_۲}{r^۲})} = \text{ثابت} = G \Rightarrow \boxed{F = G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}}$$

در این رابطه G ثابت جهانی گرانش نام دارد و مقدار آن در SI برابر $G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} \frac{N.m^۲}{kg^۲}$ است.

نیروی وزن

«نیروی وزن نیروی گرانشی‌ای است که زمین به اجسام وارد می‌کند.»

محاسبهٔ نیروی وزن با کمک قانون گرانشی نیوتن: جرم زمین را M_e و شعاع زمین را R_e در نظر می‌گیریم. می‌توان نشان داد برای محاسبهٔ نیروی گرانشی‌ای که زمین به اجسام مجاور خود وارد می‌کند باید جرم زمین را به‌صورت متمرکز در مرکز آن فرض کنیم. اگر جرم m در سطح زمین قرار داشته باشد:



$$\begin{cases} F = G\frac{m_۱m_۲}{r^۲} \\ m_۱ = M_e\,,\ m_۲ = m\,,\ r = R_e \end{cases} \Rightarrow F = G\frac{M_em}{R_e^۲} = m(G\frac{M_e}{R_e^۲})$$

نیروی وزن اجسام با W نشان داده می‌شود و برای وزن اجسام در سطح زمین داریم $W = mg$.

$$W = m(G\frac{M_e}{R_e^۲}) = mg \Rightarrow \boxed{g = G\frac{M_e}{R_e^۲}}$$

واکنش نیروی وزن هر جسم نیرویی است که توسط جسم در مرکز زمین به زمین وارد می‌شود. اثر این نیرو روی زمین به‌دلیل جرم عظیم زمین عملاً ناچیز است.

شدت جاذبهٔ گرانشی یا شتاب گرانشی: نسبت نیروی گرانشی و ارد بر هر جسم (وزن جسم) به جرم آن در یک مکان مشخص، مقدار ثابتی است که آن را با g نشان می‌دهند و به آن شدت جاذبهٔ گرانشی می‌گویند.

شتابی که نیروی گرانشی وارد بر هر جسم (وزن جسم) در یک مکان مشخص ایجاد می‌کند، مقدار ثابتی است که آن را با g نشان می‌دهند و به آن شتاب گرانشی می‌گویند.

می‌توان نشان داد که شتاب گرانشی در هر نقطه با شدت جاذبهٔ گرانشی در آن نقطه برابر است.

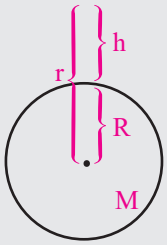
$$\begin{cases} \text{قانون دوم نیوتون} \Rightarrow F = ma \\ F = W = mg \end{cases} \Rightarrow ma = mg \Rightarrow \text{شتاب گرانشی } a = \text{شتاب جاذبهٔ گرانشی } g$$

PHARPUB.COM

محاسبهٔ شدت جاذبهٔ گرانشی یا شتاب گرانشی در اطراف و سطح یک سیاره: جرم سیاره را M و شعاع آن را R در نظر می‌گیریم. می‌توان نشـان داد برای محاسبهٔ نیروی گرانشی‌ای که سیاره به اجسـام مجاور خود وارد می‌کند باید جرم آن را به صورت متمرکز در مرکز آن فرض کنیم. اگر جرم m در فاصلهٔ r از مرکز سیاره قرار داشته باشد $(r \geq R)$:

$$\begin{cases} F = G\dfrac{m_1 m_2}{r^2} \\ m_1 = M\ ,\ m_2 = m \end{cases} \Rightarrow F = G\frac{Mm}{r^2} = m(G\frac{M}{r^2}) \Rightarrow \frac{F}{m} = G\frac{M}{r^2}$$

اگر ارتفاع از سطح سیاره (h) داده شود برای تعیین فاصله از مرکز باید آن را با شعاع سیاره جمع کرد.



$$r = R + h$$

تست۵. شتاب گرانشی وارد بر یک جسم در سطح سیاره‌ای که جرم آن $\frac{1}{4}$ جرم زمین و شعاع آن ۲ برابر شعاع کرهٔ زمین است چند برابر g است؟ (g شتاب گرانش در سطح زمین)

۱) ۱۶ ۲) $\frac{1}{16}$ ۳) ۴ ۴) $\frac{1}{4}$

پاسخ: گزینه ۲

تک‌پله: می‌دانیم شتاب گرانش وارد بر جسم در سطح سیاره‌ای به جرم M و شعاع r برابرست با $\frac{GM}{r^2}$ بنابراین:

$$\frac{a_{\text{زمین}}}{a_{\text{سیاره}}} = \frac{M_{\text{زمین}}}{M_{\text{سیاره}}} \times (\frac{r_{\text{سیاره}}}{r_{\text{زمین}}})^2 \xrightarrow[r_{\text{سیاره}} = \frac{1}{2} r_{\text{زمین}}]{a_{\text{زمین}} = g\ ,\ M_{\text{زمین}} = 4M_{\text{سیاره}}} \frac{g}{a_{\text{سیاره}}} = 4 \times 2^2 = 16 \Rightarrow a_{\text{سیاره}} = \frac{1}{16} g$$

نیروی کشش

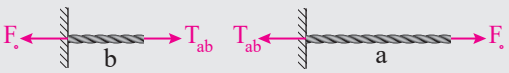
هرگاه یک جسـم مثل نخ یا طناب کشیده شود، در سرتاسـر آن نیروهایی ایجاد می‌شوند که در هر نقطه از نخ یا طناب، دو طرف نخ یا طناب یک‌دیگر را به واسطهٔ آن نیروها می‌کشند. به این نیروها نیروی کشش نخ یا طناب می‌گویند.

به شـکل زیر توجه کنید که در آن یک سر نخ یا طنابی به نقطهٔ ثابتی وصل است و سـر دیگر آن توسط یک عامل خارجی با نیروی F کشیده می‌شود. در این شرایط سر دیگر نخ یا طناب توسط نقطهٔ ثابت با نیرویی کشیده می‌شود که آن را، F فرض می‌کنیم. نیروهای F و $F_\circ$ نیروی کشش نخ یا طناب در سرهای آن هستند.

باید توجه داشت که نیروهای F و $F_\circ$ نیروهای عمل و عکس‌العمل نیستند.

در این شـرایط واکنش نیروی F که توسط عامل خارجی به نخ یا طناب وارد شده است به عامل خارجی وارد می‌شود و واکنش نیروی $F_\circ$ که توسط نقطهٔ ثابت به نخ یا طناب وارد شده است به نقطهٔ ثابت وارد می‌شود.

مطابق شـکل زیر نخ یا طناب را از یک نقطهٔ دل‌خواه X به دو بخش a و b تقسـیم می‌کنیم. بخش a با نیروی T_{ab} بخش b را می‌کشـد و بخش b با نیروی T_{ab} بخش a را می‌کشد. نیروهای T_{ab} و T_{ba} که کنش و واکنش یک‌دیگرند و هم‌اندازه‌اند، نیروی کشش نخ یا طناب در نقطهٔ X هستند.



اگر جرم نخ یا طناب ناچیز باشد، اندازهٔ نیروی کشش در تمام نقاط آن ثابت است.

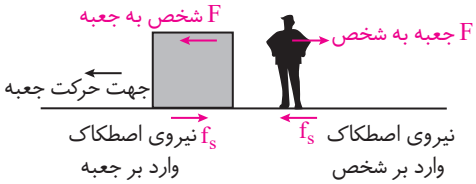
$$\left.\begin{array}{l} \text{بخش } a \text{ ثابت است.} \Rightarrow T_{ba} = F \\ \text{بخش } b \text{ ثابت است.} \Rightarrow T_{ab} = F_\circ \end{array}\right\} \Rightarrow T_X = F_\circ = F$$

تک‌پله: عبارت «ب» نادرسـت است. تنها نیروی اصطکاک ایستایی آسـتانهٔ حرکت و جنبشی متناسب با نیروی عمودی سطح N هستند. نیروی اصطکاک ایستایی هیچ رابطه‌ای با N ندارد.

عبارت «ت» نادرست است. جهت حرکت یک جسم می‌تواند در حال حرکت هم در جهت برآیند نیروهای وارد بر آن باشد.

۲. گزینه ۱

تک‌پله: با توجه به قانون سوم نیوتون (هر عملی را عکس‌العملی است هم‌اندازه ولی درخلاف جهت و این‌که همواره نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت است، می‌توان بیان کرد که جهت صندوق به سمت غرب در حال حرکت است پس نیروی اصطکاک آن به سمت شرق و پای شخص روی سطح به سمت شرق در حال حرکت است پس نیروی اصطکاک وارد بر شخص به سمت غرب است.



۳. گزینه ۳

تک‌پله: هرگاه به یک فنر از هر دو طرف نیروی F وارد شود نیروی کشش فنر هم برابر با F خواهد بود. و برای محاسبهٔ افزایش طول فنر به سادگی با استفاده از رابطهٔ $F_e = k\Delta x$ داریم:

$$F_e = k\Delta x \xrightarrow[k=۲۴۰\frac{N}{m}]{F_e=۶۰N} ۶۰ = ۲۴۰(\Delta x) \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۴}m = ۲۵cm$$

۴. گزینه ۲

تک‌پله: نیروی گرانش در فاصلهٔ r از مرکز زمین از رابطهٔ $F = \frac{GMem}{r^۲}$ به‌دست می‌آید بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{F_۲}{F_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow{\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{۱}{۲۵}} \frac{۱}{۲۵} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \Rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۱}{۵} \Rightarrow r_۲ = ۵r_۱ \xrightarrow{r_۱=R_e} r_۲ = ۵R_e$$

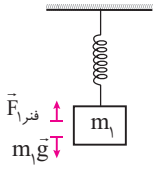
بنابراین در ارتفاع $۵R_e$ از مرکز زمین وزن جسم $\frac{۱}{۲۵}$ وزن آن روی سطح زمین است. عجله نکنید!! در سؤال ارتفاع از سطح زمین خواسته‌شده نه مرکز زمین بنابراین:

$r = ۵Re$ ⟨ $h = ۴Re$ ⟨ Re

$$۵R_e - R_e = ۴R_e$$

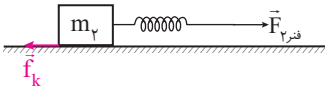
۵. گزینه ۳

پلهٔ اول: در ابتدا بررسی جسم در حالت اول: با رسم شکل از وضعیت جسم $m_۱$ و فنر داریم:



$$F_{۱\,فنر} = m_۱g \Rightarrow k\Delta L_۱ = mg \Rightarrow m_۱ = \frac{k\Delta L_۱}{g}$$ در این حالت نیروی فنر برابر نیروی فنر جرم $m_۱$ است.

پلهٔ دوم: در پله دوم با رسم شکل وضعیت جرم $m_۲$ را در اتصال به فنر بررسی می‌کنیم:



$$F_{۲\,فنر} = f_k \Rightarrow k\Delta L_۲ = \mu_K m_۲ g \Rightarrow m_۲ = \frac{k\Delta L_۲}{\mu_k g}$$

پلهٔ سوم: حالا نسبت $\frac{m_۲}{m_۱}$ را تشکیل می‌دهیم:

$$\frac{m_۲}{m_۱} = \frac{\frac{k\Delta L_۲}{\mu_k g}}{\frac{k\Delta L_۱}{g}} \xrightarrow[\Delta L_۱=۹cm]{\Delta L_۲=۳cm,\mu_k=\frac{۱}{۴}} \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{\frac{۳}{۱}}{\frac{۹}{۴}} \Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{۴}{۳}$$

۶. گزینه ۱

تک‌پله: نیروی واکنش سطح برآیند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک جسم و سطح است. نیروی عمودی سطح برابر با $F_۲ + mg$ است. و با توجه به ثابت بودن $F_۲$ و m، N هم ثابت است، نیروی اصطکاک تا وقتی که جسم حرکت نکند برابر با نیروی محرک (در اینجا $F_۱$ است)؛ با توجه به این‌که با سه‌برابر شدن $F_۱$ باز هم جسم حرکت نکرده می‌توان نتیجه گرفت که f_s هم سه‌برابر شده است.

پس مؤلفه افقی نیروی واکنش سطح (اصطکاک) ۳ برابر شده و مؤلفه قائم آن (نیروی عمودی سطح) ثابت مانده پس می‌توان نتیجه گرفت که نیروی واکنش سطح افزایش یافته ولی سه‌برابر نمی‌شود.

$R + \sqrt{N^۲} = F^۲$

ثابت — ۳ برابر

۷. گزینه ۳

پلهٔ اول: ابتدا نیروهای وارد شده به دو جسم را در هر دو حالت رسم می‌کنیم:

حالت اول (آستانه حرکت) — حالت دوم (حرکت با سرعت ثابت)

پلهٔ دوم: در هر دو حالت برآیند نیروهای وارد شده به جسم برابر صفر است. بنابراین داریم:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\left.\begin{matrix} f_1 = mg \\ f_2 = mg \end{matrix}\right\} \Rightarrow f_1 = f_2$$

پلهٔ سوم: حالا می‌خواهیم F_1 و F_2 را در هر حالت به‌دست آوریم:

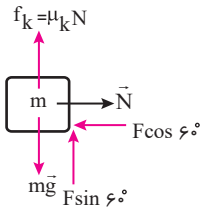
$$f_1 = f_{s,max} = \mu_s N \xrightarrow{N=F_1} f_1 = \mu_s F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{f_1}{\mu_s}$$

$$f_2 = f_k = \mu_k N \xrightarrow{N=F_2} f_2 = \mu_k F_2 \Rightarrow F_2 = \frac{f_2}{\mu_k}$$

چون μ_s همواره بزرگ‌تر از μ_k است در نتیجه $F_2 > F_1$ می‌باشد.

۸. گزینه ۴

پلهٔ اول: نیروی $\vec{F}$ را تجزیه می‌کنیم و نیروهای وارد بر جسم m را در یک شکل رسم می‌کنیم:



$$\begin{cases} F\cos 60^\circ = 20\sqrt{3} \times \frac{1}{2} = 10\sqrt{3}\,N \\ F\sin 60^\circ = 20\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 30\,N \end{cases}$$

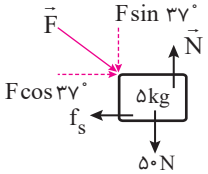
پلهٔ دوم: اگر قانون اول نیوتون را برای این شکل اجرا کنیم، به پاسخ تست می‌رسیم:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N = F\cos 60^\circ$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow mg - F\sin 60^\circ - f_k = 0 \Rightarrow 4 \times 10 - 30 - \mu_k N = 0 \xrightarrow{N = F\cos 60^\circ} \mu_k \times 10\sqrt{3} = 10 \Rightarrow \mu_k = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۹. گزینه ۱

پلهٔ اول: نیروی سطح (R) برآیند دو نیروی عمودی سطح (N) و اصطکاک است. ابتدا N را حساب می‌کنیم:



$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = mg + F\sin 37^\circ = 50 + 50 \times 0/6 = 80\,N$$

پلهٔ دوم: چون جسم ساکن است، f_s برابر با نیروی محرک یعنی $F\cos 37^\circ$ است.

$$f_s = F\cos 37^\circ = 50\cos 37^\circ = 50 \times 0/8 = 40\,N \quad \text{است} \quad 50\cos 37^\circ$$

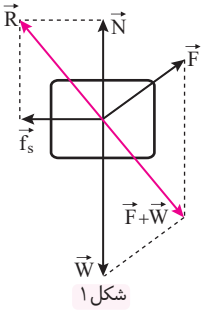
پلهٔ سوم: برآیند این دو نیرو، همان نیروی R است.

$$R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{80^2 + 40^2} \Rightarrow R = 40\sqrt{5}\,N$$

PHAREPUB.COM

۱۰. گزینه ۲

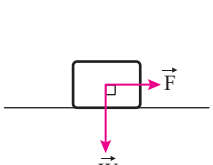
پلهٔ اول: نیروی واکنش سطح $(\vec{R})$ برآیند دو نیروی عمودی تکیه‌گاه $(\vec{N})$ و نیروی اصطکاک ایستایی $(\vec{f}_s)$ است. $\vec{R}$ با برآیند دو نیروی $\vec{W}$ (وزن) و $\vec{F}$ خنثی می‌شود (شکل «۱»)



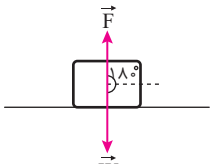
شکل ۱

$$|\vec{R}| = |\vec{F} + \vec{W}|$$

پلهٔ دوم: زاویهٔ بین $\vec{W}$ و $\vec{F}$ برابر «$\alpha + ۹۰^\circ$» است. پس با تغییر α از صفر تا ۹۰°، زاویهٔ بین $\vec{W}$ و $\vec{F}$ از ۹۰° تا ۱۸۰° تغییر می‌کند. (شکل‌های ۲ و ۳):



$\alpha = ۰$ شکل ۳

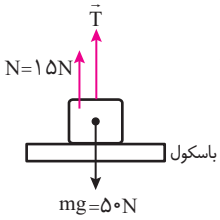


$\alpha = ۹۰^\circ$ شکل ۲

$$|\vec{R}| = |\vec{F} + \vec{W}| = \sqrt{F^۲ + W^۲ + ۲FW\cos(\alpha + ۹۰^\circ)} = \sqrt{F^۲ + W^۲ - ۲FW\sin\alpha}$$

با این وجود با تغییر تدریجی α از صفر تا ۹۰°، اندازهٔ $\vec{R}$ به‌تدریج کاهش می‌یابد.

۱۱. گزینه ۲



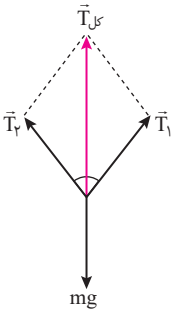
پلهٔ اول: نیرویی که نخ به نقطهٔ A اثر می‌دهد، همان نیروی کشش در تمام طول نخ است و زاویهٔ ۳۷° هیچ نقشی جز گمراه کردن شما ندارد. پس کافی است نخ را از بالای جسم ۵ کیلوگرمی برش دهیم و نیروی T را از محل برش رسم کنیم (شکل روبه‌رو):

پلهٔ دوم: نیرویی که باسکول نشان می‌دهد برابر نیروی عمودی تکیه‌گاهی است که بر جسم ۵ کیلوگرمی اثر کرده است. با توجه به شکل و به کمک قانون اول نیوتون تست را پاسخ دادیم:

$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow mg - N - T = ۰ \Rightarrow ۵۰ - ۱۵ - T = ۰ \Rightarrow F = ۳۵N$$

۱۲. گزینه ۲

پلهٔ اول: چون دستگاه در حال تعادل است، برآیند نیروهای وارد شده به جسم صفر است. از طرف دیگر به علت تقارنِ مجموعه، نیروی کشش نخ‌های ۱ و ۲ با یک‌دیگر برابر خواهد بود. به این ترتیب کافی است اندازهٔ برآیند نیروهای کشش نخ را به‌دست آوردیم و برابر وزن جسم ۴ کیلوگرمی قرار دهیم:



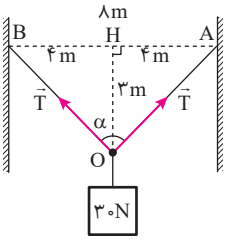
$$T_{کل} = mg$$

$$\Rightarrow ۲T\cos\frac{۷۴^\circ}{۲} = mg$$

$$\Rightarrow ۲(T)\cos ۳۷^\circ = mg$$

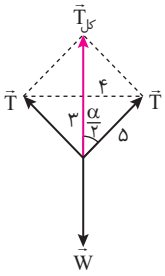
$$\Rightarrow T = \frac{mg}{۲\cos ۳۷^\circ} = \frac{۴\times ۱۰}{۲(۰/۸)} \Rightarrow T = ۲۵N$$

۱۳. گزینه ۲



پلهٔ اول: امیدواریم در رسم شکل سؤال دچار مشکل نشده باشید. چون بدون رسم شکل درستی از مسأله پاسخ دادن به آن سخت است:

PHARPUB.COM



پلهٔ دوم: چون جسم در حال تعادل است، پس برآیند نیروهای وارد شده به جسم صفر می‌شود. به‌عبارت دیگر باید برآیند نیروهای کشش نخ برابر W و در خلاف جهت آن باشد.

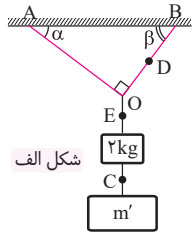
$$T_{کل} = W$$

$$\Rightarrow ۲T\cos\frac{\alpha}{۲} = W$$

$$\Rightarrow ۲T(\frac{۳}{۵}) = ۳۰ \Rightarrow T = ۲۵N$$

(دقت کنید که برای محاسبه $\cos\frac{\alpha}{۲}$ از مثلث $\overset{\Delta}{OHA}$ در شکل پلهٔ اول استفاده کردیم.)

۱۴. گزینه ۴

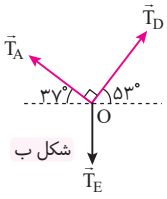


پلهٔ اول: با داشتن طول نخ‌های OB و OA می‌توانیم زاویه‌های α و β را تعیین کنیم (شکل الف)

$$\tan\alpha = \frac{OB}{OA} = \frac{۲۱}{۲۸} = \frac{۳}{۴}$$

$$\Rightarrow \alpha = ۳۷^\circ, \beta = ۵۳^\circ$$

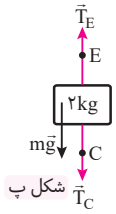
پلهٔ دوم: به شکل «ب» نگاه کنید و مقدارهای لازم را در رابطهٔ لامی قرار دهید:



$$\frac{T_D}{\sin(۹۰^\circ + ۳۷^\circ)} = \frac{T_E}{\sin ۹۰^\circ}$$

$$\Rightarrow \frac{۳۶}{۰/۸} = \frac{T_E}{۱} \Rightarrow T_E = ۴۵N$$

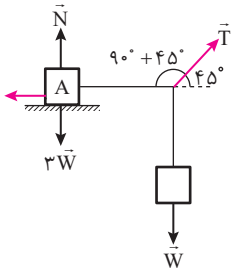
پلهٔ سوم: اکنون با برش نخ‌ها در نقاط E و C، جسم ۲ کیلوگرمی را به‌عنوان یک دستگاه در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل «پ» می‌توانیم بنویسیم:



$$\sum F_y = ۰ \Rightarrow mg + T_C - T_E = ۰$$

$$\Rightarrow ۲\times۱۰ + T_C - ۴۵ = ۰ \Rightarrow T_C = ۲۵N$$

۱۵. گزینه ۲



پلهٔ اول: مطابق شکل مقابل نیروهای وارد شده به دستگاه را رسم می‌کنیم:

دقت کنید که چون جسم A در آستانهٔ حرکت است، پس نیروی اصطکاک آن بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی خواهد بود.

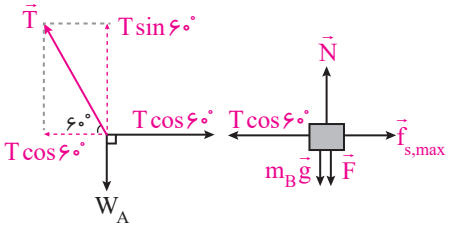
پلهٔ دوم: چون دستگاه در حال تعادل است، می‌توانیم از رابطهٔ سینوس‌ها استفاده کنیم:

$$\frac{W}{\sin(۹۰^\circ + ۴۵^\circ)} = \frac{f_{s,max}}{\sin(۹۰^\circ + ۴۵^\circ)} = \frac{T}{\sin ۹۰^\circ} \Rightarrow W = f_{s,max}$$

پلهٔ سوم: با داشتن $f_{s,max}$ به‌دست آوردن μ_s کار چندان دشواری نیست:

$$\mu_s = \frac{f_{s,max}}{N} = \frac{W}{۳W} \Rightarrow \mu_s = \frac{۱}{۳}$$

۱۶. گزینه ۱



تک‌پله: برای برقرار تعادل، برآیند نیروها باید برابر با صفر باشد، بنابراین با رسم نیروهای وارد بر سیستم و همچنین جرم B داریم:

تعادل راستای y:

$$N = m_B g + F = ۱۳(۱۰) + ۱۷۰ = ۳۰۰N$$

$$f_{s,max} = \mu_s N = ۰/۲\times۳۰۰ = ۶۰N$$

تعادل راستای x:

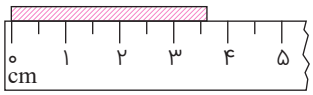
$$T\cos۶۰^\circ = f_{s,max}$$

قانون sinها $\Rightarrow \frac{W_A}{\sin(۱۲۰^\circ)} = \frac{f_{s,max}}{\sin(۱۵۰^\circ)} \Rightarrow \frac{m_A g}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{f_{s,max}}{\frac{۱}{۲}} \Rightarrow \frac{۱۰m_A}{\sqrt{۳}} = \frac{۶۰}{۱} \Rightarrow m_A = ۶\sqrt{۳}kg$

PHAREPUB.COM

سوالات کنکور ۹۹: رشته تجربی ـ نظام جدید

۱. در شکل روبه‌رو، کدام گزارش برای نشان دادن طول جسم مناسب است؟

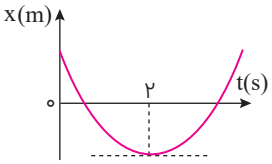


۱) $۳/۷\text{cm} \pm ۰/۳\text{cm}$
۲) $۳/۷\text{cm} \pm ۰/۲۵\text{cm}$
۳) $۳/۷۰\text{cm} \pm ۰/۲۵\text{cm}$
۴) $۳/۷۰\text{cm} \pm ۰/۳۰\text{cm}$

۲. دو متحرک روی محور x از حال سکون با شتاب‌های a و $\frac{۹}{۱۶}a$ هم‌زمان از یک نقطه به سوی مقصدی معین به حرکت در می‌آیند و با فاصلهٔ زمانی ۲ ثانیه به مقصد می‌رسند. زمان حرکت جسمی که زودتر به مقصد می‌رسد، چند ثانیه است؟

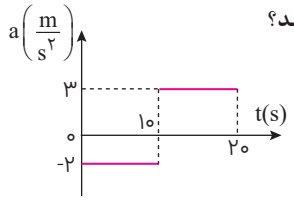
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۳. نمودار مکان-زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱\text{s}$ تا $t_۲ = ۶\text{s}$ برابر $۳\frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، مسافتی که متحرک در این بازهٔ زمانی طی می‌کند، چند متر است؟



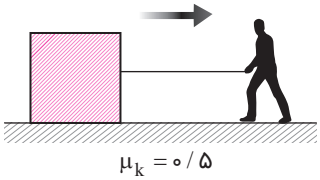
۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۷ ۴) ۱۹

۴. نمودار شتاب-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t = ۰$ با سرعت اولیهٔ $\vec{v}_۰ = (۱۰\frac{\text{m}}{\text{s}})\vec{i}$ برای اولین بار از مبدأ مکان عبور می‌کند، مطابق شکل زیر است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، متحرک برای سومین بار از مبدأ عبور می‌کند؟



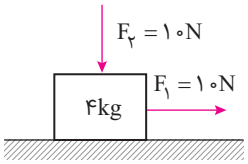
۱) ۱۰ ۲) $\frac{۴۰}{۳}$ ۳) ۱۵ ۴) $\frac{۵۰}{۳}$

۵. مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی ۵۵۰N جعبه‌ای به جرم ۱۰۰kg را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و پس از ۴s طناب پاره می‌شود. مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{\text{m}}{\text{s}^۲})$



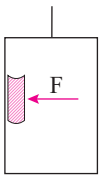
۱) ۲/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۴/۲ ۴) ۴/۴

۶. در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۱$ با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی $F_۲$ را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۲$ با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟



۱) $\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$ ۲) $\theta_۲ = \theta_۱ = ۹۰^\circ$ ۳) $\theta_۲ < \theta_۱$ ۴) $\theta_۲ > \theta_۱$

۷. شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $۲\frac{\text{m}}{\text{s}^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم ۲kg را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = ۳۲\text{N}$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{\text{m}}{\text{s}^۲})$



۱) ۲۰ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

۸. نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و مبدأ مختصات نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنهٔ حرکت نوسانگر ۲cm و بسامد حرکتش $\frac{۱}{۴}\text{Hz}$ باشد. بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کم‌ترین بازهٔ زمانی که از مکان $+\sqrt{۲}\text{cm}$ در جهت محور x عبور می‌کند و سپس به مکان $-\sqrt{۲}\text{cm}$ می‌رسد، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$ ۳) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۵}$ ۴) $\sqrt{۲}$

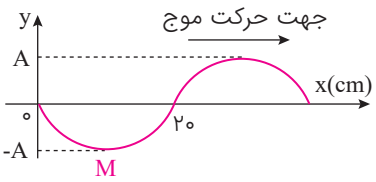
۹. جسمی به جرم ۱۰۰g به فنری متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر ۸mJ / ۰ باشد، لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۴mJ / ۰ است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه می‌شود؟

۱) ۲ ۲) $۴\sqrt{۵}$ ۳) ۴ ۴) $۴\sqrt{۱۰}$

۱۰. اگر با زیاد کردن دامنهٔ یک صوت، شدت صوتی که به گوش می‌رسد، ۱۰۰۰ برابر شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم، چگونه تغییر می‌کند؟

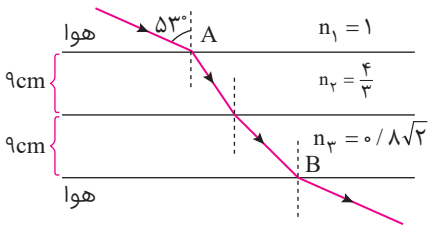
۱) ۳۰ برابر می‌شود.
۲) ۳ برابر می‌شود.
۳) ۳۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد.
۴) ۳ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۱۱. شکل زیر، تصویری از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظهٔ $t = ۰$ نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $۲\frac{m}{s}$ باشد در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۲۵s$ تا $t_۲ = ۰/۳۵s$ حرکت ذرهٔ M چگونه است؟



۱) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده
۲) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده
۳) پیوسته کندشونده
۴) پیوسته تندشونده

۱۲. پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط‌های شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ ، تندی نور در هوا، $۳\times۱۰^۸\frac{m}{s}$)



۱) ۰/۶
۲) ۹۶
۳) ۹۸
۴) ۹/۶

۱۳. در کدام یک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟

۱) میکروفون سهموی
۲) دستگاه لیتوتریپسی
۳) تعیین تندی خودروها
۴) تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها

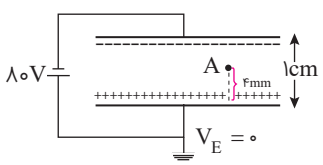
۱۴. در اتم هیدروژن، الکترون در مدار n قرار دارد. اگر این الکترون به مدار $n' = ۳$ برود، فوتونی به طول موج ۱۲۰۰nm گسیل می‌کند، n کدام است؟ $\left(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}\right)$

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۱۵. انرژی هر کوانتوم یک موج الکترومغناطیسی $۴\times۱۰^۷ eV$ است. این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ($e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ ، $c = ۳\times۱۰^۸\frac{m}{s}$ و $h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}J.s$)

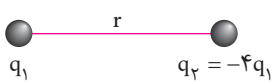
۱) رادیویی ۲) نور مرئی ۳) فرابنفش ۴) فروسرخ

۱۶. دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده‌ایم، پتانسیل نقطهٔ A چند ولت است؟



۱) -۴۸
۲) -۳۲
۳) +۳۲
۴) +۴۸

۱۷. در شکل زیر، میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۱$ در محل بار $q_۲$، $\vec{E}_۱$ است و میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۲$ در محل بار $q_۱$، $\vec{E}_۲$ است. کدام رابطه بین $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ برقرار است؟



۱) $\vec{E}_۲ = \vec{E}_۱$
۲) $\vec{E}_۲ = ۴\vec{E}_۱$
۳) $\vec{E}_۲ = -\vec{E}_۱$
۴) $\vec{E}_۲ = -۴\vec{E}_۱$

پاسخ کنکور ۹۹: رشته تجربی ـ نظام جدید

۱. گزینه ۱

پلهٔ اول: کم‌ترین مقداری که یک وسیله می‌تواند اندازه‌گیری کند دقت اندازه‌گیری است و در وسایل مدرج خطای اندازه‌گیری برابر $\pm\frac{\text{دقت اندازه‌گیری}}{۲}$ است. $\text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۵\text{cm} \rightarrow \text{خطای اندازه‌گیری} = \pm\frac{\text{دقت}}{۲} = \pm\frac{۰/۵}{۲} = ۰/۲۵\text{cm}$

پلهٔ دوم: خطای اندازه‌گیری را باید به سمت بالا گرد کنیم بنابراین مقدار آن برابر $\pm ۰/۳$ است.

پلهٔ سوم: عدد گزارش شده و خطای اندازه‌گیری باید از لحاظ تعداد اعشار یکسان باشند.

۲. گزینه ۲

پلهٔ اول: دو متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده اند، بنابراین سرعت اولیهٔ آن‌ها صفر است.

پلهٔ دوم: با توجه به اینکه شتاب حرکت متحرک دوم $\frac{۹}{۱۶}a$ و متحرک اول a است، متحرک دوم زمانی بیش‌تری صرف می‌کند تا به انتها برسد.

$$\Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲ + v_۰t_۱ \rightarrow \Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}at^۲$$

$$\Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}a_۲t_۲^۲ + V_۰t_۲ \rightarrow \Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}\times\frac{۹}{۱۶}a(t+۲)^۲$$

پلهٔ سوم: جابه‌جایی دو متحرک یکسان است بنابراین:

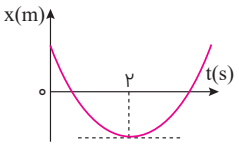
$$\Delta x_۱ = \Delta x_۲ \rightarrow \frac{۱}{۲}at^۲ = \frac{۱}{۲}\times\frac{۹}{۱۶}(t+۲)^۲ \rightarrow t^۲ = \frac{۹}{۱۶}(t+۲)^۲ \rightarrow t = \frac{۳}{۴}(t+۲) \rightarrow ۴t = ۳t+۶ \rightarrow t = ۶\text{s}$$

۳. گزینه ۳

پلهٔ اول: با توجه به اینکه در نمودار در لحظهٔ $t = ۲\text{s}$ جهت حرکت تغییر کرده است، مسافت طی شده در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱\text{s}$ تا $t_۲ = ۶\text{s}$ بیش‌تر از جابه‌جایی آن است.

پلهٔ دوم: جابه‌جایی متحرک بین این دو لحظه را محاسبه می‌کنیم: $\Delta x = v_{av}t = ۳\times۵ = ۱۵\text{m}$

پلهٔ سوم: شتاب حرکت را با توجه به جابه‌جایی در بازهٔ زمانی ۱ تا ۶ تعیین می‌کنیم.



$$\text{توقف } t = -\frac{v_۰}{a} = ۲ \Rightarrow v_۰ = -۲a$$

$$\Delta x_{[۱,۶]} = x(۶) - x(۱) = \frac{۱}{۲}a\times۳۶ + v_۰\times۶ - (\frac{۱}{۲}a\times۱ + v_۰) \quad \begin{matrix} v_۰ = -۲a \\ \Delta x = ۱۵\text{m} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow ۱۸a - ۲a\times۶ - (\frac{۱}{۲}a - ۲a) = ۱۵ \Rightarrow a = ۲\frac{\text{m}}{\text{s}^۲} \Rightarrow v_۰ = -۴\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پلهٔ چهارم: با مشخص شدن شتاب و سرعت اولیه معادله مکان ـ زمان به شکل زیر درمی‌آید. $x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$

$$x = t^۲ - ۴t + x_۰$$

پلهٔ پنجم: در پلهٔ چهارم معادلهٔ مکان ـ زمان را به دست آوردیم. بنابراین می‌توانیم مکان متحرک در دو لحظهٔ $t = ۲\text{s}$ و $t = ۶\text{s}$ به دست آوریم:

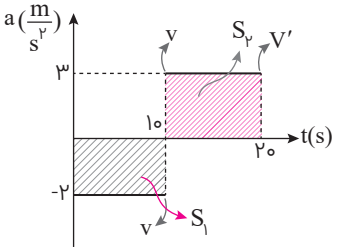
$$t = ۲\text{s} \rightarrow x = ۴ - ۴\times۲ + ۳ + x_۰ = -۱\text{m} + x_۰$$

$$t = ۶\text{s} \rightarrow x = ۶^۲ - ۴\times۶ + ۳ + x_۰ = ۱۵\text{m} + x_۰$$

پلهٔ ششم: پس متحرک ۱ متر در خلاف جهت حرکت و سپس به مکان ۱۵ متری رفته است. $L = ۱+۱+۱۵ = ۱۷\text{m}$

۴. گزینه ۴

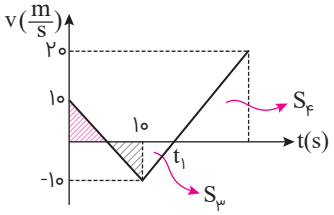
پلهٔ اول: سطح زیر نمودار شتاب ـ زمان بیانگر تغییرات سرعت است بنابراین:



$$s_۱ = \Delta v = -۲۰ \rightarrow v - ۱۰ = -۲۰ \rightarrow v = -۱۰\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s_۲ = \Delta v = ۳۰ \rightarrow v' - ۱۰ = ۳۰ \rightarrow v' = ۴۰\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پلهٔ دوم: حال نمودار سرعت ـ زمان آن را رسم می‌کنیم.



پلهٔ سوم: برای محاسبه لحظهٔ t_1 خواهیم داشت:

$$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow +3=\frac{10}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=\frac{10}{3}\Rightarrow t_1=10+\frac{10}{3}=\frac{40}{3}s$$

برای صفر شدن جابه‌جایی کل باید دو ساعت s_3 و s_4 با یکدیگر هم‌اندازه باشند. به اندازه $\Delta t=\frac{10}{3}$ بعد از لحظهٔ t_1 این اتفاق خواهد افتاد.

$$t=\frac{40}{3}+\frac{10}{3}=\frac{50}{3}s$$

۵. گزینه ۴

پلهٔ اول: در ابتدا به جعبه نیروی ۵۵۰N وارد می‌شود و تأثیر این نیرو بر روی جعبه چهار ثانیه طول کشیده است. پس ابتدا شتاب جعبه را از طریق قانون دوم نیوتون محاسبه کرده و جابه‌جایی آن تا پایان ثانیهٔ چهارم.

$$F_{net}=ma\rightarrow F-f_k=ma\rightarrow F-\mu_k.mg=ma\rightarrow 550-0/5\times100\times10=100a\rightarrow 550-500=100a\rightarrow 50=100a$$

$$a=0/5\frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\xrightarrow{v_0=0}\Delta x=\frac{1}{2}\times0/5\times16=4m$$

پلهٔ دوم: حال که طناب پاره می‌شود جعبه پس از طی مسافتی متوقف می‌شود، حال باید شتاب توقف را محاسبه کنیم:

$$-F_k=ma\rightarrow-\mu_k\times mg=ma\rightarrow a=-\mu_k\times g$$

$$a=-0/5\times10=-5\frac{m}{s^2}$$

پلهٔ سوم: قبل از اینکه طناب پاره شود، باید سرعت جسم را محاسبه کرد:

$$v=at+v_0\rightarrow v=0/5\times4+0\rightarrow v=2\frac{m}{s}$$

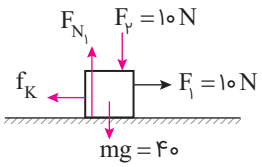
پلهٔ چهارم: $2\frac{m}{s}$ سرعت ابتدایی در مرحلهٔ پاره شدن طناب است پس جابه‌جایی آن به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$v^2-v_0^2=2a\Delta x\rightarrow 0-4=2\times-5\times\Delta x\rightarrow\Delta x=\frac{-4}{-10}=0/4$$

پلهٔ پنجم: پس کل مسافت طی شده برابر ۴/۴m است.

۶. گزینه ۱

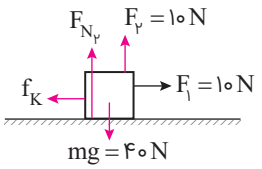
پلهٔ اول: در حالت اول که نیروی F_2 به صورت عمودی وارد می‌گردد نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر جسم و سپس از طریق آن ضریب اصطکاکش جنبشی را محاسبه می‌کنیم.



$$F_{N_1}=F_2+mg=10+40=50N$$

$$F-f_k=ma\xrightarrow{a=0}F=f_k\rightarrow F_k=10N\rightarrow F_N=\mu_k\times F_N\rightarrow10=\mu_k\times50\rightarrow\mu_k=0/5$$

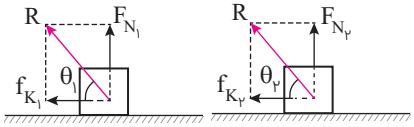
پلهٔ دوم: در حالت دوم که نیروی F_2 برعکس می‌شود نیروی اصطکاک و نیروی عمودی تکیه‌گاه تغییر خواهد کرد.



$$F_{N_2}=mg-F_2=40-10=30N$$

$$f_{K_2}=\mu_k\times F_{N_2}=0/5\times30=6N$$

پلهٔ سوم: در هر دو حالت با استفاده از رابطهٔ $\tan\theta$ می‌توان زاویه‌ها را با هم مقایسه کرد.

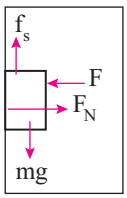


حالت اول $\tan\theta_1 = \frac{۵۰}{۱۰} = ۵$ حالت دوم $\tan\theta_2 = \frac{۳۰}{۶} = ۵$

پلهٔ چهارم: پس می‌توان نتیجه گرفت هر دو زاویه θ_1 و θ_2 برابر هم هستند و کم‌تر از ۹۰° خواهند بود. $\theta_1 = \theta_2 < ۹۰$

۷. گزینه ۴

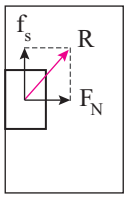
پلهٔ اول: با توجه به شکل نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر جسم برابر با نیروی F است پس: $F_N = F = ۳۲N$



پلهٔ دوم: آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^2}$ رو به بالا در حال حرکت است پس نیروی اصطکاک رو به بالا بوده و مقدار مطابق قانون دوم قابل محاسبه است.

$$f_s - mg = ma \rightarrow f_s - ۲\times۱۰ = ۲\times۲ \rightarrow f_s = ۲۴N$$

پلهٔ سوم: نیرویی که کتاب به آسانسور وارد می‌کند، برابر برایند نیروهای F_k و mg است، پس می‌توان نوشت:



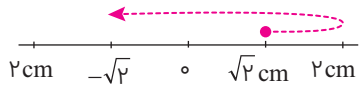
$$R = \sqrt{f_s + F_N^2} = \sqrt{۲۴^2 + ۳۲^2} = ۴۰N$$

۸. گزینه ۴

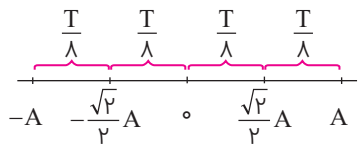
پلهٔ اول: دامنهٔ نوسان برابر $۲cm$ است و از آن جایی هم که دورهٔ نوسان عکس بسامد است، دورهٔ نوسان برابر $۴s$ خواهد بود.

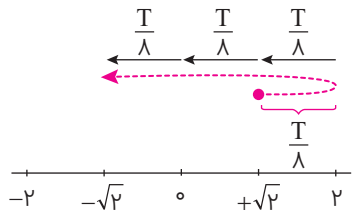
$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{\frac{۱}{۴}} = ۴s$$

پلهٔ دوم: قرار اســـت نوسانگر در جهت مثبت محور x ها از مکان $+\sqrt{۲}cm$ در کم‌ترین زمان لازم به مکان $-\sqrt{۲}cm$ برسد پس با استفاده از یک شکل ساده مسیر حرکت نوسانگر را به صورت زیر نشان می‌دهیم.



پلهٔ سوم: در مکان $\sqrt{۲}cm$ ، موقعیت مکانی نوسانگر $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر دامنهٔ نوسان است پس به کمک نکته زیر می‌توانیم تشخیص دهیم چه زمانی طول کشیده ا ست تا نوسانگر به $-\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ دامنه برسد.





$$\Delta t = \frac{T}{۸} + \frac{T}{۸} + \frac{T}{۸} + \frac{T}{۸} = \frac{۴T}{۸} = \frac{T}{۲}$$
$$\Delta t = \frac{T}{۲} = ۲s$$

پلهٔ چهارم: حال بزرگی سرعت متوسط نوسانگر را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$|v_{av}| = |\frac{\Delta x}{\Delta t}| = |\frac{-\sqrt{۲} - \sqrt{۲}}{۲}| = |\frac{۲\sqrt{۲}}{۲}| = \sqrt{۲}\frac{cm}{s}$$

۹. گزینه ۲

پلهٔ اول: مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی برابر انرژی مکانیکی است. پس می‌توانیم به صورت زیر انرژی جنبشی فنر را محاسبه کنیم:

$$E = U + K \rightarrow ۰/۸ = ۰/۴ + K \rightarrow K = ۰/۴mJ = ۴\times۱۰^{-۴}\,J$$

پلهٔ دوم: حال که انرژی جنبشی را به دست آوردیم، می‌توانیم با استفاده از رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ سرعت آن را به دست بیاوریم:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \rightarrow ۴\times۱۰^{-۴} = \frac{۱}{۲}\times۰/۱\times v^۲ \rightarrow v = \sqrt{۸\times۱۰^{-۳}}\,\frac{m}{s} = ۴\sqrt{۵}\,\frac{cm}{s}$$

۱۰. گزینه ۳

پلهٔ اول: شدت صوت ۱۰۰۰ برابر شده است. بنابراین:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^۳$$

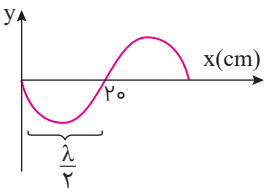
پلهٔ دوم: با استفاده از رابطهٔ تغییرات تراز شدت صوت می‌شود نوشت:

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log۱۰^۳ = ۳۰dB$$

پلهٔ سوم: بنابراین تراز شدت صوت ۳۰dB افزایش یافته است.

۱۱. گزینه ۲

پلهٔ اول: با توجه به نمودار طول موج برابر ۴۰cm است.



$$\frac{\lambda}{۲} = ۲۰ \rightarrow \lambda = ۴۰cm = ۰/۴m$$

پلهٔ دوم: با استفاده از تندی انتشار موج می‌توانیم دورهٔ نوسان را محاسبه کنیم:

$$\lambda = VT \rightarrow ۰/۴ = ۲T \rightarrow T = ۰/۲s$$

پلهٔ سوم: لحظات $t_۱ = ۰/۲۵s$ و $t_۲ = ۰/۳۵s$ لحظات مشخصی هستند با توجه به اینکه دورهٔ نوسان ۰/۲ ثانیه است:

$$t_۱ = ۰/۲۵s = ۰/۲ + ۰/۰۵ = T + \frac{T}{۴} = ۵\frac{T}{۴}$$

$$t_۲ = ۰/۳۵s = ۰/۲ + ۰/۱۵ = T + ۳\frac{T}{۴} = ۷\frac{T}{۴}$$

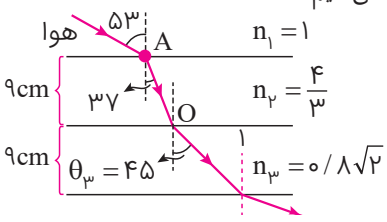
پلهٔ چهارم: نقطهٔ m در مدت زمان T یک نوسان کامل انجام داده و به $-A$ بازمی‌گردد و پس از $\frac{T}{۴}$ به مبدأ خواهد رسید. در نتیجه در نقطهٔ $t_۱$ نقطهٔ m در مبدأ قرار داشته و می‌خواهد به سمت $+A$ برود، یعنی سرعت آن کم می‌شود و حرکتش کندشونده است.

پلهٔ پنجم: در لحظهٔ $۶\frac{T}{۴}$ به $+A$ رسیده و تغییر جهت می‌دهد و به سمت مبدأ حرکت خواهد کرد. در این مرحله سرعت حرکت نقطهٔ m زیاد می‌شود و حرکتش تندشونده است تا این‌که در نقطهٔ $t_۲$ به مبدأ برسد، بنابراین در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت نقطهٔ m ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

۱۲.

جواب صحیح در گزینه‌ها نیست.

پلهٔ اول: ابتدا با استفاده از رابطهٔ اسنل دکارت زاویهٔ شکست پرتو نور در محیط دوم را محاسبه می‌کنیم:



$$\frac{n_۲}{n_۱} = \frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} \rightarrow \frac{\frac{۴}{۳}}{۱} = \frac{\sin۵۳}{\sin\theta_۲} \rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶ \rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

پلهٔ دوم: زاویهٔ شکست پرتو در محیط دوم برابر است با زاویهٔ متمّم تابش پرتو هنگام برخورد با مرز بین محیط دوم و سوم. پس:

$$\frac{n_۳}{n_۲} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۳} \rightarrow \frac{۰/۸\sqrt{۲}}{\frac{۴}{۳}} = \frac{\sin۳۷}{\sin\theta_۳} \rightarrow \sin\theta_۳ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۴۵^\circ$$

PHAREPUB.COM

پلهٔ سوم: پرتو قرار است مسیر AO و OB را طی کند پس فاصله A تا O و سپس O تا B را محاسبه می‌کنیم:

$$\cos 37 = \frac{9}{\overline{OA}} \rightarrow \overline{OA} = \frac{9}{0/8} = \frac{90}{8}\text{cm} = \frac{90}{8} \times 10^{-2}\text{m}$$

$$\cos 45 = \frac{9}{\overline{OB}} \rightarrow \overline{OB} = \frac{9}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{9\times 2}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 9\sqrt{2}\text{cm} = 9\sqrt{2}\text{cm} = 9\sqrt{2} \times 10^{-2}\text{m}$$

پلهٔ چهارم: توجه کنید که سرعت در محیط‌های ۲ و ۳ متفاوت است. با استفاده از رابطهٔ $n = \frac{c}{V}$، تندی در هر محیط را به دست می‌آوریم:

$$n_2 = \frac{C}{V_2} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{3\times 10^8}{V_2} \rightarrow V_2 = \frac{3\times 10^8}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$n_3 = \frac{C}{V_3} \rightarrow 0/8\sqrt{2} = \frac{3\times 10^8}{V_3} \rightarrow V_3 = \frac{3\times 10^8}{0/8\sqrt{2}} \frac{m}{s}$$

پلهٔ پنجم: با استفاده از رابطهٔ $V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$، مدت زمان رسیدن پرتو از مسیر OA و OB را به دست می‌آوریم:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{V} \begin{cases} OA: t_1 = \frac{\frac{90}{8}\times 10^{-2}}{\frac{9}{4}\times 10^8} = 0/5\times 10^{-9}\text{s} = 0/5\text{ns} \\ OB: t_2 = \frac{9\sqrt{2}\times 10^{-2}}{\frac{3\times 10^8}{0/8\sqrt{2}}} = 0/48\times 10^{-9}\text{s} = 0/48\text{ns} \end{cases} \rightarrow t_{AB} = t_1 + t_2 = 0/5 + 0/48 = 0/98\text{ns}$$

۱۳. گزینه ۴

تک‌پله‌ای: در تعیین تندی شارش خون در رگ‌ها از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود.

۱۴. گزینه ۳

تک‌پله‌ای: با توجه به رابطهٔ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_u^2})$ می‌توان به سادگی n_u را محاسبه کرد:

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_u^2}) \rightarrow \frac{1}{1200} = \frac{1}{100}(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_u^2}) \rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n_u^2} \rightarrow \frac{1}{n_u^2} = \frac{1}{36} \rightarrow n_u^2 = 36 \rightarrow n_u = 6$$

۱۵. گزینه ۱

پلهٔ اول: انرژی هر فوتون از رابطهٔ $E = \frac{hc}{\lambda}$ قابل محاسبه است، اما قبل از آن باید حتماً انرژی هر کوانتوم موج را به ژول تبدیل کنیم. برای تبدیل الکترون ولت به ژول باید مقدار آن را در $1/6\times 10^{-19}$ ضرب کرد. پس:

$$E = 4\times 10^{-7} \times 1/6\times 10^{-19} = 6/4\times 10^{-26}\text{J}$$

پلهٔ دوم: طول موج را به دست می‌آوریم تا ببینیم موج در چه محدوده‌ای قرار دارد.

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6/63\times 10^{-34}\times 3\times 10^8}{6/4\times 10^{-26}} \simeq 3/1\text{m}$$

پلهٔ سوم: طول موج نور مرئی بین بازهٔ ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است، این طول موج بسیار بلندتر است از فرابنفش، نور مرئی و فروسرخ است. پس می‌توان نتیجه گرفت موج در ناحیه امواج رادیویی است.

۱۶. گزینه ۲

پلهٔ اول: میدان الکتریکی همواره مقداری ثابت است. پس می‌توان نتیجه گرفت میدان الکتریکی بین دو صفحه برابر میدان الکتریکی از نقطهٔ A تا صفحهٔ پائین است. حال با استفاده از رابطهٔ $E = \frac{\Delta V}{d}$ می‌توانیم اختلاف پتانسیل بین نقطهٔ A و صفحهٔ پائین را به دست آورد:

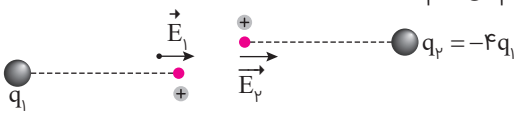
$$E_{\text{کل}} = E_A \rightarrow (\frac{\Delta V}{d})_{\text{کل}} = (\frac{\Delta V}{d})_A \rightarrow \frac{80}{1} = \frac{\Delta V_A}{0/4} \rightarrow \Delta V_A = 32\text{V}$$

پلهٔ دوم: صفحهٔ پائین به زمین متصل است، بنابراین پتانسیل آن صفر خودهد بود و در نتیجه:

$$0 - V_A = 32 \rightarrow V_A = -32\text{V}$$

۱۷. گزینه ۲

پلهٔ اول: با استفاده از بار آزمون مثبت در هر محل جهت میدان الکتریکی را رسم می‌کنیم:



پلهٔ دوم: جهت هر دو میدان الکتریکی به سمت راست است پس نسبت $\frac{\vec{E}_2}{E_1}$ مقداری مثبت است و گزینه‌های ۳ و ۴ حذف خواهند شد.

پلهٔ سوم: حال می‌توانیم با به دست آوردن میدان نسبت خواسته شده را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{K\frac{|q_2|}{r_2^2}}{K\frac{|q_1|}{r_1^2}} = \frac{K\times\frac{4|q_1|}{r^2}}{K\frac{|q_1|}{r^2}} = 4 \rightarrow E_2 = 4E_1$$

توجه داشته باشید در این سؤال بار الکتریکی را مثبت فرض کردیم اما اگر منفی هم در نظر بگیریم باز هم جواب همین خواهد بود.

۱۸. گزینه ۲

پلهٔ اول: خازن به باتری متصل است بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت خواهد بود در نتیجه مورد «ب» نادرست است.

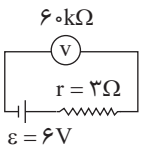
پلهٔ دوم: با توجه به رابطهٔ $E = \frac{\Delta V}{d}$ و اینکه اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است، با دو برابر شدن فاصله بین صفحات خازن میدان الکتریکی نصف خواهد شد. (مورد «الف» درست است)

پلهٔ سوم: با استفاده از رابطهٔ $C = K\frac{\varepsilon.A}{d}$ با دو برابر شدن فاصلهٔ بین صفحات ظرفیت خازن نصف می‌شود. (مورد «پ» نادرست است.)

پلهٔ چهارم: ظرفیت خازن از رابطهٔ $C = \frac{q}{V}$ قابل محاسبه است، باز هم با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است، با نصف شدن ظرفیت خازن بار الکتریکی روی صفحه‌ها نصف خواهد شد. (مورد «ت» درست است.)

۱۹. گزینه ۱

پلهٔ اول: ابتدا با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ جریان عبوری را به دست می‌آوریم:



$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{6}{60000+3} \simeq 10^{-4}$$

پلهٔ دوم: حال می‌دانیم جریان از رابطه $I = \frac{q}{t}$ قابل محاسبه است، بنابراین:

$$I = \frac{q}{t} \xrightarrow{q=ne} n = \frac{It}{e} = \frac{10^{-4}\times 60}{1/6\times 10^{-19}} = 3/75\times 10^{16}$$

پلهٔ سوم: بنابراین تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از ولت‌سنج می‌گذرند از مرتبهٔ 10^{16} است.

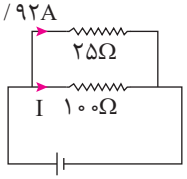
۲۰. گزینه ۳

پلهٔ اول: در حالت اول فقط مقاومت ۲۵ اهم را به باتری متصل کرده و جریان ۲A از آن نیز عبور کرده است. باید برای راه‌حل بهتر بدانیم توان خروجی باتری در مدار برابر است با توان مصرفی در اجزای دیگر مدار. پس توان خروجی در باتری اول برابر است با:

$$P_1 = RI^2 \rightarrow P_1 = 25\times 2^2 = 100W$$

پلهٔ دوم: در حالت دوم قرار است مقاومت ۱۰۰ اهمی موازی با مقاومت ۲۵ اهمی بسته شود و هم‌چنین جریان عبوری از مقاومت ۲۵ اهمی برابر ۱/۹۲A است. پس ابتدا جریان در کل مدار و مقاومت معادل آن‌ها را محاسبه کرده و توان خروجی را به دست می‌آوریم:

$$R_T = \frac{25\times 100}{25+100} = \frac{25\times 100}{125} = 20\Omega$$



$$25\times 1/92 = 100\times I \rightarrow I = 0/48$$

$$I_T = 0/48 + 1/92 = 2/4A$$

$$P_2 = R_T I_T^2 = 20\times(2/4)^2 = 115/2W$$

پلهٔ سوم: حال اختلاف خواسته شده را به صورت زیر به دست می‌آوریم: $P_2 - P_1 = 115/2 - 100 = 15/25$