۱-الف)نیرو چیست؟ ب) انواع نیروهای بنیادی درطبیعت را نام ببرید؟

پاسخ: الف) نیرو تاثیر یا بر هم کنش دو جسم با یکدیگر است، که معمولاً باعث تغییر در وضعیت جسم می‌شود. ممکن است دو جسم با هم در تماس باشند، مثل میخ و چکش، و یا در تماس نباشند مثل دو بار الکتریکی و یا دو قطب آهنربا

ب)نیروی گرانشی، نیروی الکترومغناطیسی، هسته‌ای قوی و هسته‌ای ضعیف

۲-اگر برجسمی نیرو وارد شود، در جسم چه تغییراتی ممکن است ایجاد شود؟

پا سخ : اثر نیرو بر یک جسم به شکلهای مختلف مانند، شروع به حرکت کردن، توقف، کم و زیاد شدن اندازه سرعت (تندی)، تغییر سرعت و تغییر شکل آن جسم شود.

۳-نیروی بین دو جسم چگونه به وجود می‌آید؟ آیا دوجسم باید در تماس با یکدیگر باشند؟

پاسخ: در تاثیر دو جسم بر یکدیگر، همواره دو نیرو به وجود می‌آید که هر نیرو را یک جسم به دیگری وارد می‌کند.

نیرویی که یک جسم بر جسم دیگر وارد می کند، تا زمانی وجود دارد که دو جسم با هم در تماس با شند، به محض آن که تماس دو جسم از بین رفت، نیرویی که هر جسم بر دیگری وارد می کند نیز از بین می‌رود. به عبارت دیگر نیرو را نمی‌توان ذخیره کرد.

تاثیر دو جسم بر هم، ممکن است ناشی از تماس دو جسم باشد و یا دو جسم از راه دور بر یکدیگر نیرو وارد کنند.

٤-الف)نیرو بین دوجسم چگونه به وجود می آید؟ آیا لزوماً برای ایجاد نیرو، دو جسم باید در تماس با یکدیگر باشند؟

ب)آیا برای به وجود آمدن نیرو وجود دو جسم الزامی است، توضیح دهید؟

پاسخ:الف)نیرو کشیدن و یا هل دادن یک جسم است که حاصل برهمکنش آن با جسم دیگری می‌باشد. نیرو بر حسب اینکه اجسام با هم تماس داشته باشند و یا خیر، انواع مختلفی دارد، در دو گروه اصلی قرار می‌گیرند. نیروی تماسی از تماس دو جسم ایجاد می‌شود مانند: نیروی اصطکاک، نیروی کشش، نیروی عمودی تکیه‌گاه ، نیروی مقاومت هوا، نیروی کشش فنر

نیروی غیر تماسی از راه دور با فاصله دو جسم بوجود می‌آید، مانند:گرانشی، مغناطیسی، الکتریکی ....

ب) برای آن که نیرو بوجود آید، وجود دو جسم لازم است که با تاثیر بر یکدیگر، هر کدام به دیگری نیرو وارد کند. یعنی یک جسم نمی‌تواند بر خودش نیرو وارد کند.

۵-با توجه به انواع نیروهای تماسی و موثر از راه دور، نیروی وارد برجسم تا چه زمانی وجود دارند و بر جسم اثر می گذارد؟

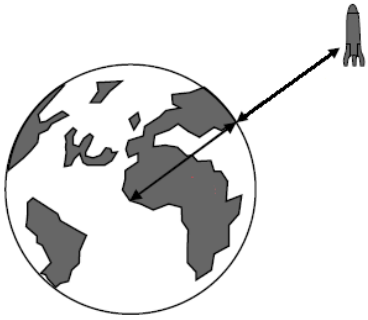
پاسخ:در مورد نیروهای تماسی تا زمانی که دو جسم در تماس با هم باشند، دو جسم بر هم اثر می‌گذارند، در مورد نیروی موثر از راه دور(غیر تماسی) تا زمانی که در بُرد نیروی هم قرار داشته باشند، اثر می‌گذارند؛ مثلاً دو قطب ناهمنام آهنربا در فاصله‌ی نزدیک یکدیگر را جذب می‌کنند ولی هر چه آهنربا ها از هم دور و دورتر شوند، تأثیر آنها بر یکدیگر کم و کمتر می‌شود. برد نیروهای الکترومغناطیسی نامحدود است، اما هسته‌ای کوتاه برد هستند

۶-وسیله اندازه گیری نیرو چیست؟ روش اندازه گیری نیرو چگونه است؟

پاسخ: نیروسنج، نیرو توسط تأثیرش بر اجسام اندازه‌گیری می‌شود، مثل تغییر شکل دادن یک فنر

۷-الف)با توجه به شکل مقابل، ماهواره ها تحت تاثیر چه نیرویی در مدار خود باقی می مانند؟

ب) کمیت نیرو و انرژی چه رابطه‌ای با هم دارند؟



پاسخ:الف)ماهواره تحت تاثیر نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره که همان نیروی وزن در محل ماهواره است روی مسیر دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد و نقش نیروی مرکز گرا را تامین می‌کند.

در سال ۱۶۶۵ میلادی آیزاک نیوتون نشان داد که نیرویی که کره ماه را در مدارش به دور زمین نگه می دارد، همان نیرویی است که باعث افتادن سیب از درخت می شود. نیوتون دریافته بود که نه تنها زمین؛ ماه و سیب را به طرف خود می کشد، بلکه هر جسم در جهان، دیگر اجسام را به طرف خود می کشد. این تمایل برای حرکت اجسام به طرف یکدیگر گرانش نامیده می‌شود. نیوتون برای این نیرو قانون پیشنهاد کرد که به قانون گرانش نیوتون معروف است.

ب) ماهواره فضاپیمایی است که در مداری به دور یک سیاره می‌چرخد برای آنکه ماهواره در ارتفاع معینی از سطح سیاره به گردش درآید، توسط موشک‌های مخصوص پرتاب و تا رسیدن به سرعت مشخصی، روی مداری به دور زمین به حرکت در می‌آیند. ماهواره‌ها پس از قرار گرفتن در یک مدار معین دیگر نیاز به هیچ محرکی ندارند و فقط و فقط تحت تاثیر نیروی گرانش زمین به حرکت دورانی خود ادامه می‌دهند.

ب) اگر انرژی را به صورت کار ذخیره شده یا توانایی انجام کار تعریف کنیم، طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی نه از بین می‌رود و نه به وجود می‌آید کمیتی نرده‌ای است که یکای آن ژول است یعنی حاصل ضرب نیوتن در متر که می‌تواند در اجسام به صورت‌هایی ذخیره شود و یا با روشهایی آزاد گردد، از حاصل ضرب نیرو در جابه جایی انرژی یا کار حاصل می شود.

۸-مرکز جرم جسم چیست و با گرانیگاه جسم چه تفاوتی دارد؟

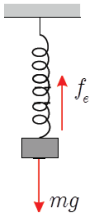
مَرکَز ثِقَل (*Center of gravity*) یا گِرانیگاه یک جسم، نقطه‌ای است که گشتاور نا شی از میدان گرانشی، حول آن نقطه صفر می‌شود. در شرایطی که میدان گرانشی یکنواخت باشد، مرکز ثقل با مرکز جرم یکسان خواهد بود، اما در حالت کلی و در میدان‌های غیریکنواخت، مرکز جرم می‌تواند از گرانی‌گاه منحرف شود. برای مثال، برای یک ماهواره در مدار زمین، گرادیان میدان گرانشی بین دو قسمت دورتر و نزدیک‌تر ماهواره به زمین، می‌تواند یک گشتاور روی ماهواره ایجاد کند. در چنین شرایطی توجه به تفاوت مرکز جرم و مرکز ثقل الزامی است. این موضوع حداقل از دو طریق قابل مشاهده‌است. در حقیقت می‌توان گفت : « مرکز جرم نقطه‌ی میانگین تمام جرمی است که جسم را تشکیل می دهد.» از این رو در یک توپ به دلیل تقارن این نقطه در مرکز هندسی قرار دارد و برعکس در یک جسم نامتقارن مانند چکش این نقطه در محل سنگین تر قرار می گیرد.

مرکز جرم نقطه‌ای است که می‌توان در حرکت یک جسم غیر نقطه‌ای برای ان حرکت انتقالی در نظر گرفت ولی گرانیگاه نقطه‌ای که وزن کل جسم به آن اعمال می شود. مرکز جرم تقطه‌ای است که تغییر نمی‌کند، ولی گرانیگاه تغییر می‌کند و جابجا می شود بستگی به جسم دارد و گشتاور حول آن نقطه صفر است.

۹-چرا گفته می شود، نیرو کمیتی برداری است؟

پاسخ: چون برای تغییر در وضعیت جسم جهت نیروی اعمالی مهم هست، مثلاً نیروی اصطکاک و مقاوم خلاف جهت نیروی وارد بر جسم عمل می‌کنند.

۱۰-این شکل بیانگر چه موضوعی است؟



نیروی وزن جسم در راستای قائم بسمت پایین باعث کشیدگی فنر می شود و نیروی بازگرداننده فنر بر خلاف نیروی وزن تمایل دارد جسم را به وضعیت قبل برگرداند،پس خلاف جهت یکدیگرند و در حالت تعادل با هم مساوی‌اند.

۱۱-صحیح و یا غلط بودن جملات زیر را مشخص کنید.

الف)نیرو نقش اساسی در تغییر حرکت یك جسم یا تغییر شکل آن دارد. (ص- غ)

ب)گالیله با انجام آزمایش گوی غلتان بر روی سطح شیبدار نتیجه گرفت، در غیاب نیرو، حرکت جسم متحرك ادامه می‌یابد. (ص- غ)

ج) قبل از سال ۱۶۰۰ میلادی، دانشمندان فکر می‌کردند؛ حالت طبیعی ماده، حالت سکون است. (ص- غ)

د) سرشت و طبیعت اجسام این نیست که پس از به حرکت درآمدن توقف کنند، بلکه می‌خواهند حالت اولیه خود را حفظ کنند. (ص- غ)

ه) سرشت و طبیعت اجسام حفظ حالت سکون است. (ص- غ)

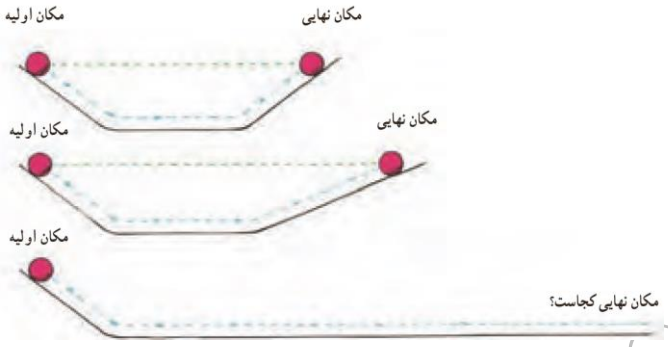
و) سرشت و طبیعت اجسام این است که پس از به حرکت درآمدن توقف کنند، بلکه می‌خواهند حالت اولیه خود را حفظ کنند. (ص- غ)

ن)سرشت و طبیعت اجسام حفظ حالت اولیه است. (ص- غ)

۱۲-کدام یك از موارد زیر، جزء اثرات نیرو بر یك جسم نیست؟

۱)شروع به حرکت کردن ۲)تغییر تندی ۳)جهت سرعت ٤)تغییر رنگ

۱۳-برداشت خود را، از شکل مقابل بیان نما یید.



پا سخ: آزمایش گالیله ن شان می‌دهد، اگر گوی غلتان را روی سطح شیبدارِ بدون ا صطکاک رها کنیم، از سطح شیبدار مقابل به همان اندازه ارتفاع بالا خواهد رفت. در شکل دوم زاویه شیب سطح مقابل کمتر شده پس جسم مسافت بیشتری را طی خواهد کرد، ولی ارتفاع یکسان ا ست. در شکل سوم شیب سطح دوم صفر و سطح افقی اســت، پس جســم با ســرعت ثابت تا بینهایت به حرکت خود ادامه خواهد داد.

گالیله با آزمایش گوی غلتان روی سطح شیبدار نتیجه گرفت؛ در صورتی که به جسم نیرویی وارد نشود جسم متحرک به حرکت خود ادامه خواهد داد. به عبارت دیگر برای حرکت یکنواخت جسم روی خط راست نیازی به وارد کردن نیرو به جسم نیست.

۱٤-در چه حالت نیروهای وارد بر جسم متوازن اند؟

پا سخ:نیروی متوازن، یعنی جسم در حال تعادل با شد و برایند نیروها صفر شود. اگر به جسمی چند نیرو، بطور هم زمان وارد شود و نیرها اثر یکدیگر را خنثی کنند و برایند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، د راین حالت می‌گوییم نیروهای وارد برجسم متوازن است.

وقتی ج سم با سرعت ثابت بر روی خط را ست در حال حرکت با شد، یا ساکن با شد ج سم در حال تعادل و نیروهای وارد بر ج سم متوازنند.به عبارت دیگر وقتی که وضعیت جسم تغییر نکند، نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند.

۱۵-در هر یک از شکلهای زیر، کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند؟

(ت)

(ب)

(الف)

پاسخ:شکل الف) نیروی پیشران با مجموع نیروی اصطکاک + نیروی مقاومت هوا اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و همچنین نیروی عمودی سطح و نیروی وزن نیز اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

ا صطکاک چرخهای جلو در به حرکت در آوردن اتومبیل کمک می‌کنند، (ما شین دیفرانسیل جلو) و جهت آن برای چرخهای جلو در جهت حرکت است.فقط اصطکاک چراخهای عقب است، که خلاف جهت حرکت است. برای ثابت کردن این که اصطکاک چرخهای جلو عامل حرکت است؛ فرض کنید اتومبیل روی یک سطح کاملاً لغزنده باشد که اصطکاک ناچیز فرض شود، ماشین قادر به حرکت رو به جلو نخواهد بود چون هیچ نیروی خارجی در راستای افق وجود ندارد.

شکل ب) نیروی پیشران با نیروی مقاومت هوا و همچنین نیروی شناوری با نیروی وزن کشتی متوازند.

شکل پ) نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن متوازن‌اند.

۱۶-گالیله با انجام آزمایش حرکت گوی غلتان روی سطح شیبدار، چه نتیجه ای گرفت؟

پا سخ: نتیجه گرفت، در نبود نیرو، حرکت جسم متحرک ادامه می‌یابد. به عبارت دیگر برای حرکت یکنواخت جسم روی خط راست نیازی به وارد کردن نیرو به جسم نیست.

گالیله دریافت اندازه‌ی سرعت گویی که روی سطح شیب‌دار پایین می‌غلتد، در ثانیه‌های متوالی به یک اندازه افزایش می‌یابد؛ یعنی، غلتش با شتابِ بدون تغییر صورت می‌گیرد. . اندازه‌ی سرعت لحظه‌ای یا سرعت گوی در هر زمان پس از رها شدن از حال سکون صرفاً برابر شتاب آن ضرب در زمان است. زمان × شتاب = سرعت حاصل

گالیله برای سطح‌های با شیب بیشتر شتاب‌های بیشتری به دست آورد، با وجود اصطکاک. گوی وقتی بیشترین شتاب را به دست می‌آورد که سطح به صورت عمودی قرار بگیرد. در این صورت شتاب جسم با جسم در حال سقوط آزاد برابر می شود گالیله کشف کرد، بدون توجه به وزن یا اندازه‌ی جسم، اگر مقاومت هوا آن قدر کم باشد که بتوان آن را نادیده گرفت، تمام اجسام با شتاب بدون تغییر یکسانی سقوط می‌کنند.

۱۷-مفاهیم زیر را تعریف نما یید.

الف: قانون اول نیوتن ب: اینرسی(لختی)

پاســخ: الف) یک جســم حالت ســکون، یا حرکت با ســرعت ثابت بر روی خط راســت خود را حفظ می‌کند، مگر آنکه نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود.

ب) تمایل اجسام به حفظ وضعیت خود، در غیاب نیرو را لختی گویند.

۱۸- یك دیسك هاکی که در حال سُر خوردن روی یخ است، سرانجام متوقف می‌شود. گالیله و نیوتن آن را چگونه توجیه می‌کردند؟

پا سخ: گالیله می‌گوید وقتی دی سک شروع به حرکت کرد، حرکتش تداوم می‌یابد. نیوتن می‌گوید، وقتی دی سک شروع به حرکت می‌کند، حرکتش تداوم دارد، اما آنچه مانع از استمرار حرکت می‌شود اصطکاک (نیروی خارجی) است که جسم با آن روبرو می‌شود.

۱۹-آیا قانون اول نیوتن همه جا برقرار است؟ توضیح دهید.

پاسخ: در دستگاههای مرجع لخت یا دستگاهی که دارای شتاب نیستند، قانون اول برقرار است.

دســتگاه مرجع لخت یا چارچوب مرجع لخت دســتگاهی اســت، که در آن قانون اول و دوم نیوتون معتبر هســتند، یعنی دســتگاه مختصاتی که دارای شتاب نیست. اگر دستگاه در حال چرخش حتی با تندی ثابت باشد، شتاب‌دار محسوب می‌شود.

۲۰-ارتباط جرم و اینرسی چیست؟

پا سخ: جرم یک ج سم معیاری از مقدار لختی ج سم در برابر تغییر حرکت ا ست. هر چه جرم یک ج سم بی شتر با شد، بر اثر اعمال نیرویی ثابت و معین شتاب کمتری می‌گیرد.

۲۱-درستی و یا نادرستی جمله‌های زیر را تعیین کنید:

الف) لختی، خاصیتی از ماده است که با تغییر وضعیت (سرعت) آن مخالفت می‌کند.

ب) هر چه جرم جسمی بیشتر باشد، لختی آن نیز بیشتر خواهد بود.

ج) شتاب یك جسم با نیروی وارد بر آن نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت عکس دارد.

د) دستگاه لخت دستگاهی‌ست که هیچ نیرویی بر آن وارد نشود.

ه) قانون اول نیوتن دستگاههای لخت را تعریف می‌کند.

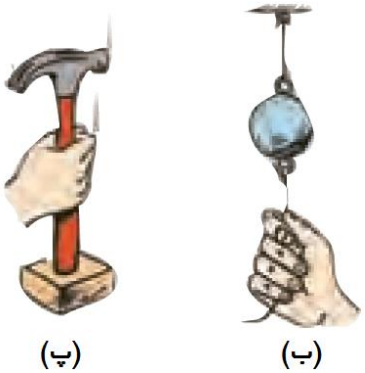
و) قانون دوم نیوتن در هر دستگاهی صادق است.

ن) قوانین با یکدیگر همپوشانی ندارند.

ی) قانون اول نیوتن حالت خاصی از قانون دوم نیوتن است.

پاسخ: الف)درست ب)درست ج)درست د)نادرست ه)درست و)نادرست ن)درست ی)نادرست

۲۲-به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل « الف » ، سبب اتفادن سکه در لیوان می‌شود؟

ب) چرا در شکل «ب» اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی را زیاد کنیم، نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟

پ)چرا با ضربه زدن به انتهای دسته به زمین در شکل «پ» چکش به طرف پایین سفت می‌شود؟

ت) چرا وقتی در اتوبوس در حال حرکت نشسته‌اید و راننده ناگهان اقدام به ترمز می‌کند، به طرف جلو پرت می‌شوید؟

ج) هنگامی که اتومبیلی به سرعت می پیچد، شما احساس می کنید که به مرکز چرخش کشیده می شوید.

پاسخ:الف) اگر کاغذ را به طور ناگهانی از زیر سکه بیرون بکشید، مشاهده می‌کنید، سکه تمایل دارد حالت اولیه خود را حفظ کرده و همراه کاغذ حرکت نکند (در مثال فوق اگر نیرو را به تدریج زیاد کنیم، سیستم به صورت یکپارچه حرکت می کند.)

ب)نخ از جایی پاره می شود که بیشترین نیرو به آن وارد شود، زمانی که در بار اول نخ را به آرامی پایین می‌کشیم و به تدریج نیرو را افزایش می‌دهیم، نیروی وارد بر پایین وزنه فقط نیرویی ا ست که ما وارد می‌کنیم ولی نیروی وارد بر بالای وزنه، برابر با مجموع نیروی ما و نیروی وزن وزنه می‌با شد، بنابراین نخ از بالا پاره می شود. در بار دوم که نخ را به صورت ضربه‌ای در یک لحظه پایین می‌کشیم، نیروی زیادی را در یک لحظه‌ی کوتاه وارد می‌کنیم و بنابراین نخ از پایین وزنه پاره خواهد شد.

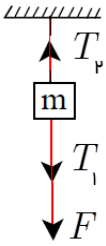
ب) روش دوم: ابتدا که به آرامی نخ پایینی را می‌کشیم، می‌توان فرض کرد که شتاب وزنه m صفر است، در نتیجه $T_1 + mg \simeq T_2$؛

پس مقدار T_2 همواره بیشتر از T_1 است و با زیاد شدن T_1، T_2 زودتر از آن به آستانه پاره شدن خواهد رسید. اما در حالت دوم با

کشیدن سریع نخ، به جرم m شتابی بیشتر از g می‌دهیم و در این حالت با توجه به قانون دوم نیوتن می‌توان نوشت

$$T_1 + mg - T_2 = ma \Rightarrow T_1 + mg = T_2 + ma \xrightarrow{if\ g<a} T_1 > T_2$$

پس می توان با کشیدن سریع، کشش نخ پایینی را بیشتر از کشش نخ بالایی کرد و باعث شد که زودتر پاره شود. توجه شود اگر شتاب جسم بیشتر از g نشود، نخ پایینی پاره نخواهد شد. نکته‌ی دیگر در این آزمایش، این است که جرم m تقریباً ثابت است، و علت آن این است که نیروهای زیادی لازم است که به جسم شتاب بیشتر از g بدهد و نخ پایینی قبل از تامین این نیرو پاره شود.



ب) وقتی به آرامی بر نخ نروی رو به پایین وارد می‌کنیم، نیروی کشش نخ بالایی؛ به اندازه وزن جسم بیشتر از نیروی کشش نخ پایینی است، $T_2 = T_1 + mg$ ، و فرصت انتقال نیرو به نخ بالایی وجود دارد پس از نخ بالا پاره می شود. ولی وقتی نخ را سریع می‌کشیم چون شتاب حرکت گلوله زیاد می‌شود پس نیروی کشش نخ پایین بیشتر شده؛ طبق رابطه $(T_2 - T_1 = mg - ma \xrightarrow{a>g} T_1 > T_2)$ فرصت انتقال نیرو وجود ندارد طبق اینرسی گلوله تمایل دارد به سکون قبلی خود باقی بماند، پس از نخ پایین پاره می‌شود.

پ)با نیروی وارد بر دسته و حرکت آن بطرف پایین، چکش نیز تمایل دارد به حرکت خود ادامه دهد، پس بطرف پایین سفت می‌شود.

ت)زیرا در هنگام ترمز، بعلت اینرسی تمایل داریم به حرکت قبلی خود ادامه دهیم.

۲۳- مطابق شکل جسمی توسط نخی ، به سقف آویخته شده است. اگر نخ را به صورت ضربه‌ای در یک لحظه پایین بکشیم، طبق قانون ..... نخ از ..... وزنه پاره می شود.

۱) اول – بالا **۲) اول – پایین**

۳) دوم – بالا **٤) دوم- پایین**

پاسخ: هنگامی که نخ را به صورت ضربه‌ای (یا ناگهانی) پایین می‌کشیم در اولین محل اتصال نیرو با جرم (یعنی از پایین) جرم جسم از حرکت باز می‌ماند و حالت قبلی خودش (سکون) را حفظ می‌کند. این خاصیت اینرسی یا لختی می‌باشد، که با قانون اول نیوتن توجیه می‌شود. بنابراین گزینه‌ی ۲ صحیح می باشد.

۲۴-راستی اگر همین سوال می‌گفت، نیروی طناب را به تدریج و به آهستگی زیاد می کنیم، در این صورت طناب از کجا پاره می شد؟

در این صورت چون، نیرو زمان کافی برای انتقال به جرم را دا شت، در هنگام پاره شدن جرم گوی را هم همراه خودش جدا می‌کرد یعنی نخ از قسمت بالا پاره می‌شد.

۲۵- سفینه های فضایی در خارج از جو می توانند باموتور خاموش به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه دهند، علت آن را با توجه به قوانین نیوتن توضیح دهید.

پا سخ: وقتی سفینه با موتور خاموش به حرکت ادامه می‌دهد، نیروی جلوبرنده بر ج سم وارد نمی شود، از طرفی در آنجا مقاومت هوا وجود ندارد. بنابراین برآیند نیروهای وارد بر سفینه برابر صفر ا ست. طبق قانون دوم نیوتن، اگر به ج سمی نیرو وارد نشود، شتاب جسم برابر صفر خواهد بود.پس در اینجا شتاب سفینه برابر صفر و سفینه با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۲۶-فضا نوردی هنگام راهپیما یی در فضا آچاری را فشار داده و از خود دور می کند. حرکت آچار را پس از جدا شدن از دست فضانورد توضیح دهید.

پا سخ: در فضای بین سیارات، دیگر نیرویی وجود ندارد، اگر آچار هل داده شود، بر روی خط را ست و با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۲۷-وقتی در ماشین نشسته‌اید وماشین ناگهان شروع به حرکت می کند، به عقب پرتاب می شوید.چرا؟

پا سخ: وقتی ما شین شروع به حرکت می کند، بنابر قانون اول شخص مایل ا ست که وضعیت خود را حفظ کند و در همان حالت قبلی بماند، بنابراین به عقب پرت می‌شود.

۲۸-آیا جسم الزاماً در راستای برآیند نیروهای وارد بر آن حرکت می کند؟

خیر ممکن ا ست نیروی برایند همرا ستا با حرکت ج سم نبا شد، مثلاً وقتی وقتی ج سمی را پرتاب می‌کنیم نیروی وزن ج سم رو به پایین و با حرکت جسم همرا ستا نیستند؛ مثل حرکت دایره‌ای. در چه صورتی، جسم در را ستای نیروی برآیند حرکت می کند؟ اگر ساکن باشد، در راستای نیرو خالص حرکت می‌کند، اگر جسم تحت آن نیرو خالص بخواهد شروع به حرکت کند، در جهت نیرو خالص شروع به حرکت می‌کند. وقتی شتاب و سرعت هم جهت باشند.

۲۹- جسمی با سرعت ثابت، روی یك سطح در حال حرکت است. کدام یك از قانون های اول یا دوم نیوتون را می توان در مورد این جسم به کار برد؟

پاسخ: هر دو قانون می‌تواند بکار برود. طبق قانون اول، جسم تمایل دارد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه دهد و طبق قانون دوم، وقتی سرعت جسم ثابت باشد، شتاب حرکت جسم صفر و برایند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌شود.

قانون اول نیوتن این دستگاه رو به عنوان دستگاه لخت تایید می‌کند در حالی که قانون دوم نیوتن رابطه‌ی بین نیروهای متوازن رو بیان می‌کند.

۳۰- قانون دوم نیوتن را تعریف کنید.

پاسخ: از دید ناظر لخت، اگر به یک جسمی نیروی خالصی وارد شود، شتابی می‌گیرد که با نیروی خالص وارد بر جسم، نسبت مستقیم و با آن هم جهت است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F}=m.\vec{a}$$

۳۱- یکای نیرو در SI نیوتون (N) می‌باشد. N را بر حسب یکاهای بنیادی جرم، طول و زمان بنویسید و سپس N را تعریف کنید.

پاسخ:

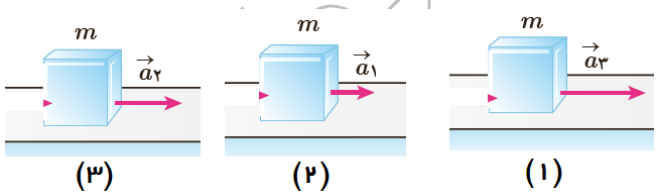
$$F=ma \Rightarrow 1N=1kg\times 1\frac{m}{s^2}=\frac{kg\times m}{s^2}$$

یک نیوتن، بزرگی نیرویی است، که اگر بر جسمی به جرم یک کیلوگرم وارد شود؛ به آن جسم شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه بدهد.

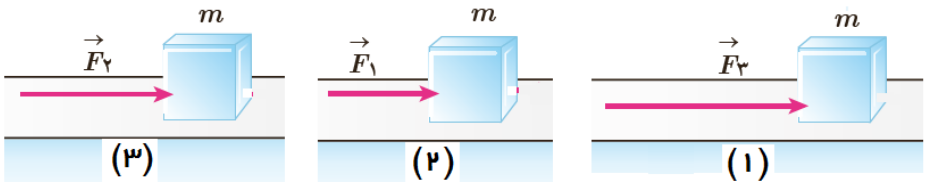
۳۲- در شکلهای زیر، جرم جسمها یکسان است، اندازه‌ی نیروی وارد بر اجسام با توجه به بردار شتاب، را به ترتیب از بزرگ به کوچك مرتب کنید.

پاسخ: با توجه به شکلها داریم:

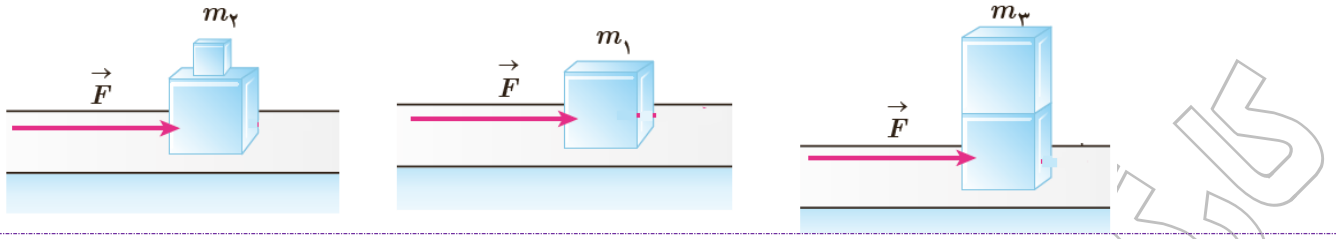
$$|a_3|>|a_2|>|a_1| \xrightarrow[F=ma]{m_1=m_2=m_3} F_3>F_2>F_1$$



۳۳- در شکلهای زیر، جرم جسمها یکسان است، با توجه به اندازه و جهت نیروی وارد بر اجسام؛ بردار شتاب وارد بر هر جسم را رسم کنید. (در رسم بردار به بزرگی شتاب توجه شود.)



۳۴- در شکلهای زیر، نیروی یکسانی در جهت‌های نشان داده شده بر اجسام وارد شده است، با توجه به اندازه جرمها بردار شتاب وارد بر هر جسم را رسم کنید. (در رسم بردار به بزرگی شتاب توجه شود.)



پاسخ: با توجه به شکلها داریم:

$$|m_۳| > |m_۲| > |m_۱| \xrightarrow[F=ma]{F_۱=F_۲=F_۳} a_۳ > a_۲ > a_۱$$

رسم بردارهای شتاب یادتون نره ♥♥♥

۳۵- بر یك قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش $۴۰۰kg$ است، نیروی افقی خالص $۸۰۰N$ به طرف جلو وارد می‌شود. (مثال۲- کتاب درسی)

الف) شتاب قایق چقدر و در چه جهتی است؟ **ب) چند ثانیه طول می‌کشد، قایق از حالت سکون به سرعت $۱۵\frac{m}{s}$ برسد؟**

پاسخ: الف) $a=\frac{F}{m}=\frac{۸۰۰}{۴۰۰}=۲\frac{m}{s^۲}$ ب) $v=at+v_۰ \Rightarrow ۱۵=۲t \Rightarrow t=۷/۵s$

۳۶- جسمی با سرعت $۵\frac{m}{s}$ در حرکت است. اگر نیروی ثابت $۲۰N$ در جهت حرکت جسم به مدت $۲s$ بر آن وارد شود، سرعتش به $۱۵\frac{m}{s}$ می‌رسد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

۱) ۲ **۲) ۳** **۳) ٤** **٤) ۵**

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

$$\left.\begin{matrix} v_۰=۵ \\ t=۲ \\ V=۱۵ \end{matrix}\right\} \rightarrow V=at+v_۰ \rightarrow ۱۵=a(۲)+۵ \rightarrow a=۵\frac{m}{s^۲}, \left.\begin{matrix} F=۲۰ \\ m=? \end{matrix}\right\} \Rightarrow \sum F=ma \Rightarrow ۲۰=m\times ۵ \Rightarrow m=۴kg$$

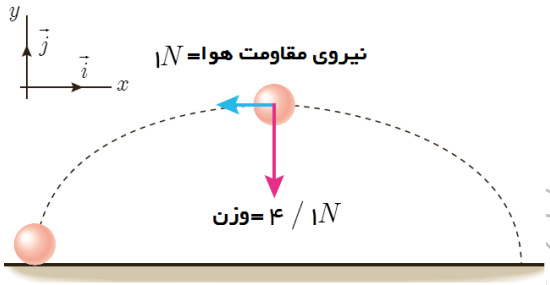
۳۷-به یك جسم، همزمان سه نیروی $۶N$ ، $۸N$ و $۱۰N$ وارد می‌شوند و جسم به حالت تعادل است. اگر نیروی $۶N$ حذف شود، جسم با شتاب ثابت $a_۱$ و اگر نیروهای $۶N$ و $۸N$ حذف شوند؛ جسم با شتاب $a_۲$ حرکت می‌کند. نسبت $\frac{a_۱}{a_۲}$ کدام است؟

۱) $\frac{۶}{۱۰}$ ۲) $\frac{۸}{۱۰}$ ۳) ۸ ٤)باید زاویه بین بردارها مشخص باشد.

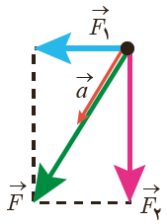
پاسخ: هر گاه برآیند سه بردار صفر شود و یکی حذف شود؛ برآیند دو بردار دیگر برابر، بردار حذف شده است. در حالت دوم هنگامی دو بردار $۶N$ و $۸N$ حذف شوند، فقط بردار $۱۰N$ بر جسم اثر می‌کند.

$$\left.\begin{array}{l}(۱): F_{T_۱}=۶N \Rightarrow a_۱=\frac{F_{T_۱}}{m}=\frac{۶}{m}\\(۲): F_{T_۱}=۶N \Rightarrow a_۲=\frac{F_{T_۲}}{m}=\frac{۱۰}{m}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{a_۱}{a_۲}=\frac{۶}{۱۰}$$

۳۸-شکل روبرو، نیروهای وارد بر توپ فوتبالی به جرم $۴۲۰g$ را در بالاترین نقطه مسیرش نشان می‌دهد. جهت شتاب توپ در این نقطه را تعیین کنید. (مثال۲-۲ کتاب درسی)



پاسخ: همانند شکل زیر، نیروی خالص وارد بر توپ دارای دو مولفه افق و قائم است.همچنین شتاب حرکت جسم رسم شده است.



$$\vec{F}=-۱\vec{i}-۴/۱\vec{j} \Rightarrow a=\frac{\vec{F}}{m}=\frac{-۱\vec{i}-۴/۱\vec{j}}{۰/۴۲kg}=-۲/۴\vec{i}-۹/۸\vec{j}$$

$$a=\sqrt{a_x^۲+a_y^۲}=\sqrt{(-۲/۴)^۲+(-۹/۸)^۲}=۱۰/۱\frac{N}{kg}$$

۳۹-بر جسمی به جرم $۲kg$ نیروی ثابت $\vec{F}=۲\vec{i}-۴\vec{j}$ وارد می‌شود. اگر سرعت جسم $۳s$ پس از اعمال نیروی F به $\vec{V}_۲=۴\vec{i}-۷\vec{j}$ برسد، سرعت آن در لحظه‌ی وارد شدن نیروی F کدام است؟

۱) $\vec{i}-\vec{j}$ ۲) $\vec{i}+\vec{j}$ ۳) $۷\vec{i}-۱۳\vec{j}$ ٤) $۷\vec{i}+۱۳\vec{j}$

پاسخ:گزینه (۱) صحیح است.

$$\sum F = ma \Rightarrow ۲\vec{i} - ۴\vec{j} = ۲ \times \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{i} - ۲\vec{j}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \vec{i} - ۲\vec{j} = \frac{(۴\vec{i} - ۷\vec{j}) - V_۱}{۳} \Rightarrow ۳\vec{i} - ۶\vec{j} = (۴\vec{i} - ۷\vec{j}) - \vec{V}_۱ \Rightarrow -\vec{V}_۱ = -\vec{i} + \vec{j} \Rightarrow \vec{V}_۱ = \vec{i} - \vec{j}$$

۴۰- جسمی به جرم $۵kg$ تحت اثر سه نیروی $\vec{F}_۱ = -۱۵\vec{i} + ۸\vec{j}$ ، $\vec{F}_۲ = -۲۱\vec{i} + ۱۹\vec{j}$ و $\vec{F}_۳$ قرار گرفته و شتاب $\vec{a} = -۴\vec{i} + ۳\vec{j}$ را پیدا کرده است. اندازه‌ی نیروی $\vec{F}_۳$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۲۰ ۳) ۲۸ ۴) ۴۸

پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} m = ۵kg \\ F_۱ = -۱۵i + ۸j \\ F_۲ = -۲۱i + ۱۹j \\ F_۳ = \alpha i + \beta j \\ a = -۴i + ۳j \end{array}\right\} \Rightarrow \sum F = ma \rightarrow \overbrace{(-۱۵ + (-۲۱) + \alpha)}^{-۳۶+\alpha} i + \underbrace{(۸ + ۱۹ + \beta)}_{۲۷+\beta} j = -۲۰i + ۱۵$$

$$\left.\begin{array}{l} -۳۶ + \alpha = -۲۰ \\ ۲۷ + \beta = ۱۵ \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = ۱۶ \ , \ \beta = -۱۲ \rightarrow F_۳ = ۱۶i - ۱۲j \rightarrow |F_۳| = \sqrt{۱۶^۲ + (-۱۲)^۲} = ۲۰N$$

۴۱- دو نیروی هم اندازه F وقتی تحت زاویه‌ی ۹۰° نسبت به هم به جسمی وارد می‌شوند، شتاب جسم، $۴m/s^۲$ می‌شود. در صورتی که این دو نیرو تحت زاویه‌ی ۱۲۰° نسبت به هم، به همان جسم وارد شوند، شتاب حرکت جسم چند $\frac{m}{s^۲}$ می‌شود؟

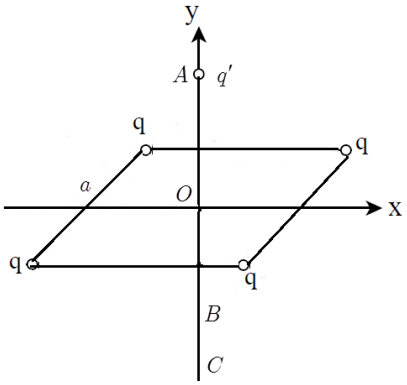
۱) ۲ ۲) $\sqrt{۲}$ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $۲\sqrt{۲}$

۴۲- اتومبیلی به جرم $۱۲۰۰kg$ با سرعت اولیه $۷۲\frac{km}{h}$ بر جاده‌ای مستقیم حرکت می‌کند، ناگهان مانعی را در مقابل خود می‌بیند و ترمز می‌کند، اگر اتومبیل پس از طی مسافت $۴۰m$ متوقف شود، نیرویی که باعث توقف اتومبیل شده است چند نیوتن است؟

پاسخ:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a \times \Delta x \Rightarrow ۰ - ۴۰۰ = ۲ \times a \times ۴۰ \Rightarrow a = -۵\frac{m}{s^۲} \ , \ F = ma = ۱۲۰۰ \times (-۵) = -۶۰۰۰N$$

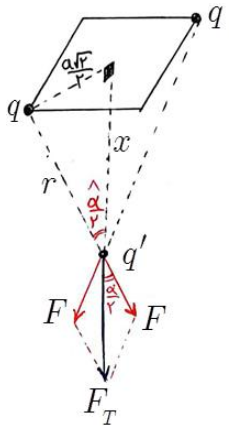
۴۳- مطابق شکل چهار ذره، در رئوس یك مربع واقع در صفحه افقی با ضلع a قرار دارند و محور y عمود بر صفحه، از مرکز مربع می‌گذرد و بار q' در نقطه‌ی A به حالت تعادل قرار دارد. اگر همزمان دو بار q واقع روی قطر مربع را خنثی کنیم. شتاب بار q' در کدام به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟ (مقاومت هوا ناچیز و g ثابت است.)



۱) $O(0,0)$ ۲) $B(0,\frac{-a}{2})$

۳) $C(0,\frac{-\sqrt{2}a}{2})$ ۴) در همه نقاط یکسان است.

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.



$$F_T = 2F_{1y} = 2F_1.\cos\theta = \frac{2kqq'}{r^2}\times\frac{x}{r} = 2kqq'\times\frac{x}{(\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

اکنون از معادله نیرو مشتق می‌گیریم:

$$\frac{dF}{dx} = 2kqq'\frac{(\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{3}{2}} - 3x^2(\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{1}{2}}}{(\frac{a^2}{2}+x^2)^3} = 0 \Rightarrow (\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{3}{2}} - 3x^2(\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{1}{2}} = 0 \Rightarrow$$

$$(\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{1}{2}}\left[(\frac{a^2}{2}+x^2) - 3x^2\right] = 0 \Rightarrow (\frac{a^2}{2}+x^2)^{\frac{1}{2}}(\frac{a^2}{2}-2x^2) = 0 \Rightarrow x = \pm\frac{a}{2}$$

۴۴- قانون سوم نیوتن را تعریف کنید.

پاسخ: تاثیر اجسام بر هم همواره متقابل است، یعنی وقتی جسم اول به جسم دوم نیرو وارد کند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی وارد می کند مساوی ودر خلاف جهت آن. به بیان دیگر «هرعملی را عکس العملی است، مساوی با آن ولی در خلاف جهت آن.»

۴۵- ویژگیهای نیروهای کنش و واکنش را بنویسید.

پاسخ: این دو نیرو هم اندازه، همراستا و مختلف الجهت هستند.

به دو جسم وارد می شوند، نیروی کنش را جسم اول به دوم و نیروی واکنش را جسم دوم به جسم اول وارد می‌کند. در نتیجه دارای برایند نیستند. (برایند زمانی محاسبه می شود، که نیروها بر یک جسم وارد شوند.)

با هم بوجود می‌آیند، یعنی هر کدام منشاء دیگری است.

این دو نیرو هم نوع‌اند، به عنوان مثال یا هر دو گرانشی یا هر دو الکتریکی‌اند.

٤٦-با استفاده از کدام قانون نیوتن و چرا ما انسانها به راحتی می‌توانیم روی زمین حرکت کنیم.

پاسخ: ما با نیروی پا زمین رو به عقب هل می‌دهیم و زمین با اصطکاک ایستایی که به ما وارد می‌کند واکنش نشان می‌دهد و این نیروی رو به جلو (اصطکاک) باعث حرکت ما می‌شود.در واقع در حین راه رفتن پاهای ما ساکن هستند، فقط مرکز جرم ما جابجا می‌شود.

٤٧-موتورسواری با سرعت به دیوار برخورد می‌کند، بعد از برخورد با دیوار چه اتفاقی می‌افتد؟ با کدام قانون نیوتون آن را توجیه می کنید؟

پاسخ: قانون اول لختی که شخص بعد از برخورد به جلو پرتاب می‌شود. برای حل مساله قانون دوم (مفهوم تکانه)، قانون سوم، ضربه و نیروی وارد بر دیوار، به موتور وارد شده و به عقب پرتاب می‌شود.

با توجه به قانون سوم نیوتن میتوان توجیه کرد، طبق قانون سوم نیوتن موتور سوار به دیوار نیروی به یک جهت وارد می‌کند و برخلاف آن دیوار نیز به موتور سوار نیروی همان اندازه وارد می‌کند و .... قانون اول پر رنگتر است و گرنه هر دو قانون دیگر هم مطرح هستند.

٤٨-شخصی ادعا می‌کند، که می‌تواند با کشیدن موهای سر و بلند کردن خود، خود را از درون چاله نجات دهد. این بیان او را چگونه تفسیر می‌کنید.

پاسخ:طبق قانون سوم نیوتن، شخص به موهای خود نیرویی رو به بالا وارد می‌کند «کنش»، واکنش این نیرو از طرف مو به دست شخص و رو به پایین اعمال می‌شود، «واکنش». نیروهای کنش و واکنش نیروهای داخلی سیستم محسوب می‌شوند و بنابراین شخص با اعمال این نیرو نمی‌تواند نجات یابد.

٤٩-یك دسته مگس را در شیشه در بسته‌ای قرار داده‌ایم، شیشه مگس را روی ترازو می‌گذاریم. ترازو موقعی وزن بیشتری را نشان می‌دهد، که مگسها:

١) در ته ظرف نشسته باشند.

٢) در فضای داخل ظرف به طرف بالا در حال پرواز باشند.

٣) در فضای داخل ظرف به طرف پایین در حال پرواز باشند.

٤) وزن شیشه در هر دو حالت یکسان است.

وقتی مگس به ته ظرف می‌نشیند وزن کل بیشتر می شود، ولی وقتی پرواز می‌کنند نیروی شناوری در هوای ظرف نیروی وزن مگس را خنثی می‌کند؛ نوع حرکت رو به بالا و یا رو به پایین مگ سها می تواند تاثیر دا شته با شد. زمانی که مگ سها در هوا ه ستند، به هر طرف پرواز کنند، تاثیری ندارند چون رو سطح نیستند. اگر حرکت مگسها با سرعت ثابت رو به بالا و یا پایین باشه فرقی نمی‌کند، اما اگر مثلاً تند شونده رو به بالا باشد، ترازو عدد بیشتر رو نشان می دهد در هوای درون شیشه قانون شناوری بکار می‌بریم. نیرویی که بال زدن پشـــه در هوا ایجاد می‌کند برابر با نیروی وزن مگس‌هاســـت و هوا هم متقابلاً نیرو وارد می‌کند، نیروی شـــناوری جز نیروهای داخلی حساب می‌شود و اثرات همدیگر رو خنثی می‌کنند.

پاسخ: (ج) پاسخ درست است. وقتي مگسها از ته شيشه بلند مي‌شوند يا بر آن فرود مي‌آيند ممكن است وزن آن اندكي تغيير كند. اما اگر در داخل شيشه در بسته در حال پرواز باقي بمانند يا در ته آن نشسته باشند وزن شيشه تغيير نمي‌كند. وزن شيشه بستگي دارد به جرم داخل آن كه تغيير نمي‌كند. اما چگونه وزن يك مگس در حال پرواز به ته شيشه منتقل مي‌شود؟ به وسيله جريان هوا مخصوصاً جريانهاي رو به پاييني كه بال مگسها توليد مي‌كنند. اما آن جريانهاي رو به پايين بايد به طرف بالا هم برگردند. آيا ممكن است نيروي جريانهاي هوا بر ته ظرف با همين نيرو بر در ظرف برابر باشد؟ خير اثر اين جريانها بر ته ظرف بيشتر است زيرا سرعت آنها از سرعت جريانهاي سر بالا بيشتر است زيرا سرعت آنها از سرعت جريانهاي سر بالا بيشتر است. چه چيز سبب كند شدن سرعت جريانهاي هوا مي‌شود؟ اصطكاك. اگر اصطكاك نبود، مگس نمي‌توانست پرواز كند.

۵۰-آیا با آویختن یك آهنربا در مقابل یك اتومبیل آهنی، آن طورکه در شکل دیده می‌شود، می‌توانیم اتومبیل را به حرکت در بیاوریم؟

۱) بلی، می‌توانیم.

۲) اگر اصطکاك مانع نشود، می‌توانیم.

۳) نمی‌توانیم.

پا سخ: گزینه ۳ صحیح ا ست. طبق قانون سوم نیوتن، آهنربا به خودرو نیرویی وارد می‌کند «کنش» و خودرو نیز همان مقدار نیرو را در جهت مخالف به آهنربا وارد می‌کند، «واکنش». نیروهای کنش و واکنش نیروهای داخلی سیستم محسوب می‌شوند و نیروی خالص خارجی بر خودرو وارد نمی‌شـــود، بنابراین شـــخص با اعمال این نیرو خودرو حرکت نمی‌کند. می‌توان این طور اســـتدلال کرد که کار ورودی صفر، کار خروجی صفر انجام می‌دهد، که این نتیجه محال است.

۵۱-دو شخص به جرم‌های $۷۵kg$ و $۵۰kg$ با کفش‌های چرخ دار در یك سالن مسطح و صاف روبروی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $۱۰۰N$ شخص دوم را هُل می‌دهد. شتاب هر شخص را بیابید. (مثال ۲-۳ کتاب درسی)

پا سخ: طبق قانون سوم نیوتن هر شخص بر دیگری همان نیروی $۱۰۰N$ را در جهت مخالف به یکدیگر وارد می‌کنند، داریم:

$$a_۱ = \frac{F}{m_۱} = \frac{۱۰۰}{۷۵} = \frac{۴}{۳}\frac{m}{s^۲} \;,\; a_۲ = \frac{F}{m_۲} = \frac{۱۰۰}{۵۰} = ۲\frac{m}{s^۲}$$

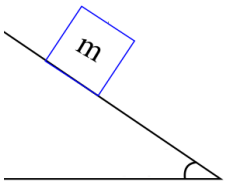
چون جرم اشخاص یکسان نیست، شتابها نیز یکسان نخواهد بود.

۵۲- درستی و نادرستی عبارت های زیر را با ذکر دلیل بیان کنید.

الف) کره‌ی زمین با اندازه سرعت ثابتی به دور خورشید می چرخد، بنابراین می توان گفت برآیند نیروهای وارد بر کره زمین صفر است.

غلط است؛ به شرطی برآیند نیروهای وارد بر یک جسم متحرک صفر می شود که جسم حرکتش با سرعت ثابت و روی خط راست باشد، حرکت زمین به دور خورشید با سرعت ثابت است، اما روی خط راست نیست.

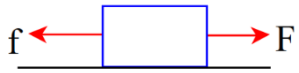
ب) جسمی به جرم m روی سطح شیب دار، با سرعت ثابت به پایین می‌لغزد، نیروی پایین آورنده بیشتر از نیروی بالابرنده است.



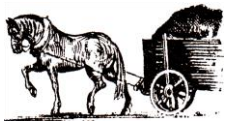
غلط است؛ در این سوال سر خوردن جسم روی سطح شیب دار با سرعت ثابت و روی خط راست می‌باشد. بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است و نیروی پایین آورنده با نیروی بالا برنده روی سطح شیب دار یکسان است.

ج) اگر نیروی F را دو برابر کنیم و جعبه ساکن بماند، در این صورت می توان گفت اندازه‌ی اصطکاک f هم دو برابر می شود.

صحیح است؛ هنگامی که جسم ساکن است برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می‌باشد و نیروهای راست‌سو و چپ‌سو در آن هم اندازه می‌باشند، بنابراین با دو برابر شدن نیروی F نیروی اصطکاک هم باید دو برابر شود، تا برآیند آنها صفر بماند.



د)اسبی با نیروی F ، یک گاری را در جاده ای مستقیم با سرعت ثابت می کشد، اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت f باشد، در این صورت داریم؛ $F > f$



غلط است؛ در این سوال حرکت گاری با سرعت ثابت و روی خط راست می‌باشد. بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است و نیروی جلو برنده‌ی F با نیروی بازدارنده‌ی f مساوی باشند، $F = f$

۵۳- یکی ازکاربردهای قانون سوم نیوتن، درحرکت موشک‌ها ست. وقتی سوخت درون موشک می سوزد گاز با سرعت به خارج رانده می شود. این حرکت را با توجه به این قانون توجیه کنید؟

۵۴- بادکنکی را باد کنید و بدون آنکه درآن را ببندید، آن رارها کنید. حرکت بادکنک را با توجه به قانون سوم نیوتن شرح دهید.

۵۵-بنا بر قانون سوم نیوتن، نیرویی که اسب بر ارابه وارد می کند، برابر نیرویی است که ارابه بر اسب وارد می کند. بنابراین اسب چگونه می تواند ارابه را بکشد؟

پا سخ: علت این ا ست که ا سب به زمین نیرویی رو به عقب وارد می‌کند و سطح زمین به ا سب نیرویی هم اندازه و رو به جلو وارد می‌کند و این عامل باعث حرکت رو به جلوی اسب (به همراه ارابه) می‌شود. در اینجا اسب و ارابه یک دستگاه در نظر گرفته می‌شوند.

۵۶-براساس کدام قانون نیوتن، و چرا به رانندگان وسایل نقلیه توصیه می شود از کمربند ایمنی استفاده نمایند؟

پا سخ: هنگامی که اتومبیل در حال حرکت با سرعت V می‌با شد و ترمز می‌کند، سرنشین اتومبیل همچنان تمایل دارد به حرکت با سرعت V ادامه دهد (قانون اول)، در نتیجه سرنشین به کمربند ایمنی، نیرویی رو به جلو وارد می‌کند، طبق قانون سوم نیوتن، کمربند ایمنی نیز نیرویی به همان اندازه و در همان راستا، اما رو به عقب به سرنشین اتومبیل وارد می‌نماید و از بروز خطر برای سرنشین جلوگیری می‌کند.

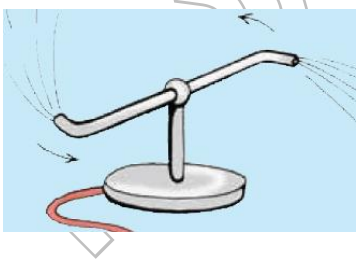
۵۷-چرا یك سیب ر سیده تحت تاثیر نیرویی که زمین به آن وارد می کند، با شتاب سقوط می کند،اما زمین تحت تاثیر نیرویی که سیب به آن وارد می کند عملاً ساکن می ماند؟

پا سخ: نیرویی که به سیب در حال سقوط وارد می شود، همان نیروی وزن $w = mg$ (m جرم سیب) است. این نیرو طبق قانون دوم نیوتن به سیب شتاب g می‌دهد ولی طبق قانون سوم نیوتن همین نیروی $w = mg$ از طرف سیب به زمین وارد می شود و سیب نیز می خواهد زمین را به سمت خود (بالا) بکشد، ولی طبق قانون سوم نیوتن نیروی وارد به زمین به جرم M_e به صورت زیر است:

$w = mg = M_e a_e$ و چون جرم سیب نسبت به زمین بسیار کوچک است، پس زمین عملاً ساکن است.

$$a_e = \frac{mg}{M_e} \xrightarrow{m<<M_e} a_e = 0$$

۵۸-توضیح دهید، چرا هنگامی که:



الف) با پا به توپ ضربه ای می زنید، پای شما درد می گیرد؟

ب) قا یقران پارو می زند، قا یق در آب حرکت می کند؟

ج) چمدان را از زمین بلند می کنید، دست شما به طرف پا یین کشیده می شود. (شهریورماه ۹۰- ریاضی)

د) در شکل مقابل، آب از فواره خارج می شود، فواره می چرخد.

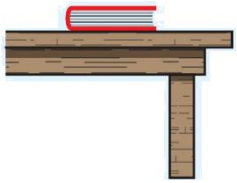
پاســـخ:الف) هنگامی که ما به دیوار نیرو وارد می‌کنیم «کنش»، دیوار نیز به پای ما نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت وارد می کندکه سبب می شود پای ما درد بگیرد.

ب) پارو به آب نیرویی رو به عقب وارد می‌کند «کنش»، واکنش آن از آب به پارو به سمت جلو وارد شده و در نتیجه قایق رو به جلو حرکت می کند.

ج) دســـت ما به چمدان نیرویی رو به بالا وارد می‌کند «کنش»، چمدان واکنش آن را به دســـت ما رو به پایین اعمال می‌نماید. بنابراین دست ما به طرف پایین کشیده می شود.

د) فواره به آب نیرو وارد می‌کند «کنش»، آب عکس العمل آن را به فواره وارد می‌کند «واکنش» و در نتیجه فواره می‌چرخد.

۵۹-جسمی مطابق شکل بر روی یك میز قرار دارد. محدوده بکارگیری قانونهای اول و دوم نیوتن را در مورد این جسم تعیین کنید:



قانون اول نیوتن: چون این جسم شتاب ندارد، بنابراین ناظر متصل به این چارچوب، یک ناظر لَخت است.

قـانـون دوم نـیـوتـن: از دیـد ایـن نـاظـر قـانـون دوم نـیـوتـن بـه صـــورت زیـر اســـت.

$$F = ma = ۰ \Rightarrow N - mg = ۰ \Rightarrow N = mg$$

فرض کنید که دستگاه فوق در یک آسانسور قرار دارد که با شتاب a به سمت بالا در حرکت است. محدوده بکارگیری قانونهای اول و دوم نیوتن را در مورد این جسم تعیین کنید.

قانون اول نیوتن: این دستگاه دارای شتاب بوده و یک دستگاه لخت نیست.

قانون دوم نیوتن (از نظر ناظر متصل به یک چارچوب لَخت): از دید این ناظر قانون دوم نیوتن به صورت زیر است:

$$F = ma \Rightarrow N - mg = ma \Rightarrow N = m(g + a)$$

قانون دوم نیوتن (از دید ناظر متصل به آسانسور): از دید این ناظر شتاب دستگاه صفر است از طرفی او علاوه بر نیروهای N و mg یک نیروی مجازی که ناشی از انتخاب دستگاه غیر لخت می‌باشد را نیز حس می‌کند جهت این نیروی مجازی به سمت پایین و برابر با ma می‌با شد. بنابراین از نظر این ناظر، قانون دوم نیوتن به همان شکلی که ناظر اول بکار گرفته نیست. قانون دوم نیوتن از نظر این ناظر به شکل زیر است. $F = ma \Rightarrow N - mg - ma = ۰ \Rightarrow N = m(g + a)$

۶۰-چرا ما انسانها به راحتی می‌توانیم روی زمین حرکت کنیم؟ این موضوع را با کدام یك از قوانین نیوتن توجیه می کنید؟

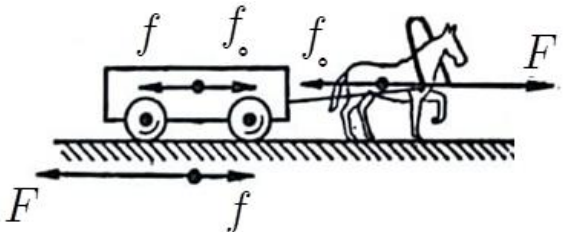
پاسخ:به دلیل اصطکاک انسان می‌تواند روی زمین راه برود. قانون سوم نیوتن ما زمین رو به عقب هل میدیم زمین ما رو به جلو؛ ما می‌توانیم روی سطحی با اصطکاک مناسب به راحتی گام برداریم و نیروی پیشرونده ی حرکت را تامین کنیم و به قانون سوم نیوتن مربوط است در واقع عکس العمل نیروی اصطکاک ایستایی بین پا و زمین شتاب حرکت را تامین می کند.

میتوان گفت شـــخص با پا زمین را با نیروی F به عقب می‌راند و متقابلاً زمین با نیروی F' به همان اندازه و در خلاف جهت او را به جلو هل می‌دهد.

نیروی وزن به سمت پایین وارد شده و عکس العمل آن رو به بالا نیروی تکیه گاه است هر چه وزن بیشتر باشد درگیری سطح پا و زمین و در واقع نیروی اصطکاک بیشتر است.

۶۱-بنا بر قانون سـوم نیوتن؛ نیرویی که اسـب بر ارابه وارد می کند، برابر نیرویی اسـت که ارابه بر اسـب وارد می کند. بنابراین اسـب چگونه می تواند ارابه را بکشد؟

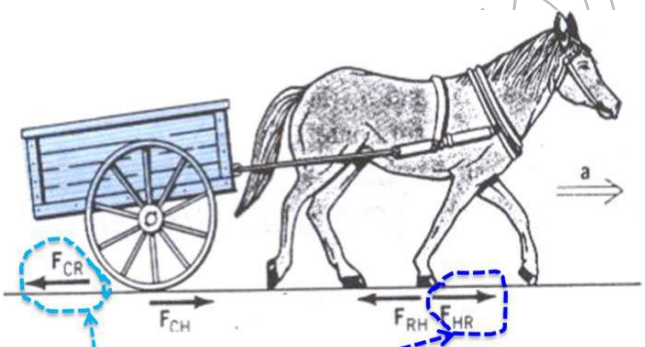
پا سخ: بر ا ساس قانون سوم نیوتن، تاثیر متقابل ا سب و ارابه نمی‌تواند منجر به حرکت سی ستم به عنوان یک واحد کل شود، به عبارت دیگر نمی‌تواند منجر به شتاب سی ستم شود. در این م سئله با سه اثر مختلف سرو کار داریم:



۱)تاثیر اسب و ارابه بر یکدیگر $f_{\circ}$

۲)تاثیر اسب و زمین F ؛ بر یکدیگر که اسب را در مقابل زمین به جلو هل می‌راند.

۳) تاثیر ارا به و ز م ین f، که ه مان ن یروی ا صطکاک میان ز م ین و ارا به است.



اسب به این دلیل می‌تواند حرکت کند که نیرویی که با سم هایش برزمین وارد می‌کند بزرگتراز نیرویی است که کالسکه با آن اسب را به طرف عقب می‌کشدوکالسکه به این دلیل به حرکت درمی‌آیدکه نیرویی که اسب با آن کالسکه را بطرف جلومی‌کشدبزرگتر از نیروهای اصطکاکی است که کالسکه را به طرف عقب می‌کشند.

چون نیرویی که ا سب با پاهایش وارد می‌کند، بی‌شتر از نیرویی ا ست که کالسکه با آن ا سب را در خلاف جهت می‌کشد و کالسکه به حرکت در می‌آید،

بر ارابه دو نیرو وارد می‌شود، نیروی اسب و نیروی اصطکاک. برآیند این دو نیرو سبب شتاب ارابه و یا حرکت ارابه می‌گردد. البته اگر گاری سنگین شود، راه رفتن اسب سخت‌تر است ولی از لحاظ مکانیکی این دو در دستگاه اسب و گاری همدیگر را خنثی می‌کنند. مثل کشش نخ بین دو جعبه در حال کشیدن که در پیدا کردن شتاب اثری ندارد.

این دو نیرو به دو جسم متفاوت وارد می شوند و به هم ربطی ندارند.این نیروها عمل و عکس العمل بوده به دوجسم وارد شده در مورد این حرکت میتوان جزو نیروهای داخلی در نظر گرفت. بستگی دارد که چه سیستمی را در نظر میگیرید، اگر هر دو را با هم بگیریم این دو نیرو داخلی هستند و تاثیری بر حرکت ندارند و نیروی پا اسب، گاری را به جلو می‌برد.نیروی عمل و عکس العمل به یک جسم وارد نمی شود که اثر یکدیگر را خنثی کنند.

۶۲-درستی و یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید:

۱- هنگامی که شخصی بر روی زمین راه می‌رود، نیرویی که شخص را به سمت جلو پیش می‌برد، همان نیروی خودِ شخص است.

۲- در سقوط آزاد یك جسم، زمین و جسم هردو به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند، اما جابجایی جسم بسیار بزرگتر از جابجایی زمین است. زیرا نیرویی که زمین بر سیب وارد می‌کند، بسیار بزرگتر از نیرویی‌ست که سیب بر زمین وارد می‌کند.

۳- هنگامی که به سمت بالا می‌پریم، زمین در جهت مخالف به حرکت درمی‌آید.

٤- حرکت ما بر روی زمین باعث چرخش کره‌ی زمین می‌گردد.

۵- هنگامی که دو جسم با هم برهمکنش می‌کنند، ابتدا نیروی کنش ایجاد می‌شود آنگاه واکنش.

٦- هنگامی که با مشت به دیوار می‌کوبیم، نیرویی که ما بر دیوار وارد کرده‌یم کنش و نیرویی که دیوار بر ما وارد کرده واکنش آن است.

۷- جسمی بر روی یك میز قرار دارد، اگر نیروی وزن جسم را کنش بنامیم، نیروی واکنش سطح، واکنش آن نیرو است.

پاسخ:

۱-نادرست: شخص نیروی خود را به زمین رو به عقب وارد می‌کند و واکنش سطح به سمت جلو به شخص وارد می شود و باعث حرکتش می شود، زیرا برای حرکت رو به جلو باید سطح را به عقب راند و ....

۲-نادرست: نیروی وارد به هر دو هم اندازه است اما شتاب حرکتشون متفاوت است و باعث میشود جابجایی آنها هم متفاوت شود.

نیروهای عمل و عکس العمل‌اند و مساوی‌اند و ...نیروی وارد به هر دو هم اندازه است اما شتاب حرکتشون متفاوته و باعث میشه جابجایی اونا هم متفاوت بشه

۳-درست: اما جرم زیاد زمین باعث میشه حرکتش محسوس نباشه هنگامی که به سمت بالا می‌پریم، زمین در جهت مخالف به حرکت درمی‌آید.

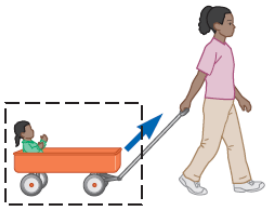
۴ -درست: وقتی راه میریم زمین رو زیر پامون میچرخونیم

۵-نادرست: نیروی کنش و واکنش هم زمان بر روی دو جسم اثر می‌کنند و ...

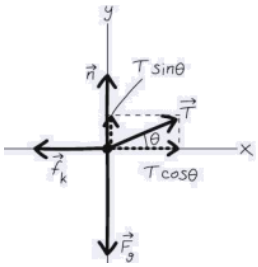
۶ - نادرست: چون جای نیروهای کنش و واکنش را میشه عوض کرد میشه نیروی دیوار را کنش درنظر بگیرید

۷ -نادرست: زیرا واکنش وزن جسم به مرکز زمین وارد می‌شود و در خلاف جهت آن است و واکنش سطحوح هم به همدیگر و ...

۶۳-در این شکل، چرا چهار چرخه در جهت نیروی شخص حرکت نمی کند؟ آیا می‌توان حالتی را در نظر بگیرید که چهار چرخه در جهت نیروی شخص حرکت کند؟



پا سخ: چون جسم در جهت نیروی برایند، (نیروی وارد به آن، وزن و ا صطکاک) حرکت می‌کند.از طرفی چون نیروی شخص تنها نیرویی نیست که به جسم وارد می شود، بلکه نیروهای دیگری نیز به جسم اثر می‌کنند. شکل زیر



٦٤-الف)نیروی اصطکاك به چه عواملی بستگی دارد؟

ب)علت به وجود آمدن اصطکاك چیست؟

پاسخ:الف) نیروی اصطکاک به ضریب اصطکاک یعنی جنس سطح و به نیروی عمودی سطح که شامل وزن جسم، زاویه شیب و نیروهای عمودی وارد بر جسم .... بستگی دارد.

ب) درگیری برج ستگیها و فرورفتگیهای ج سم و سطحی که روی آن قرار دارد، مقاومتی را در برابر عامل حرکت بوجود می‌آورد که ا صطکاک می‌باشد.

٦٥-درباره‌ی جملات زیر توضیح دهید.(جملات الزاماً صحیح نمی باشند.)

الف) اصطکاك همواره یك نیروی اتلافی است.

ب) برای صرفه جویی در انرژی، لازم است اصطکاك را کم کنیم.

ج) اصطکاك نیرویی است، که با حرکت مخالفت می‌کند.

پا سخ: الف) ا صطکاک همی شه نیروی غیرمفید نی ست، مثلاً راه رفتن روی سطح یخی بدلیل ا صطکاک ناچیز ب سختی انجام می شود و با وجود اصطکاک راه رفتن بهتر انجام می‌شود ...

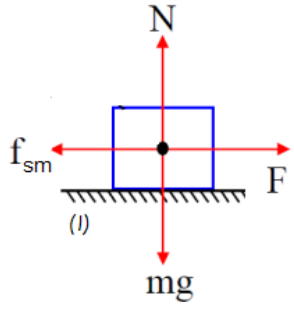
ب)در همه د ستگاهها برای بالابردن میزان کارمفید و انرژی خروجی د ستگاه ، ا صطکاک د ستگاه را کاهش می‌دهیم تا ن سبت به انرژی ورودی د ستگاه انرژی خروجی و مفید بی‌شتری دا شته با شیم و بازده د ستگاه افزایش یابد. چون ا صطکاک در بسیاری موارد موجب حرکت برای کاهش اصطکاک محدودیت داریم

ج) جمله نادر ست، هنگام راه رفتن ا صطکاک ایستایی درجهت حرکت و راه رفتن ما بوجود می‌آید که برایند ا صطکاک ایستایی و نیروی عمودی سطح باعث حرکت روبه جلو ما می‌شود.

٦٦-جسمی به جرم m روی سطح افقی با نیروی F کشیده می شود، ولی در جای خود ساکن ا ست. اگر نیروی F رو به پا یین به جسم وارد شود. در مقدار اصطکاك آن چه تغییری رخ می دهد.

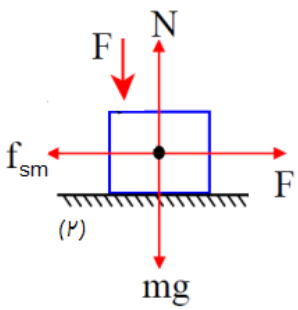
پاسخ: حالت اول:جسم ساکن است، داریم:

$$N = mg, f_s = \mu_s N$$
$$F - f_s = 0 \Rightarrow F = f_s = \mu_s mg \quad (1)$$



در حالت دوم داریم:

$$N = mg + F, f_s = \mu_s N$$
$$F - f_s = 0 \Rightarrow F = f_s = \mu_s (mg + F) \quad (2)$$



نیروی اصطکاک در حالت دوم بیشتر از نیروی اصطکاک در حالت اول است.

۶۷-الف) فرض کنید یك فضانورد از ایستگاه فضایی جدا شده باشد. چگونه می‌تواند به ایستگاه بازگردد؟

ب) فرض کنید در وسط یك کلاس که اصطکاك کف آن با کفش‌های شما صفر است، قرار گرفته‌اید و هیچ دستاویزی ندارید. چگونه می‌توانید از درِ کلاس خارج شوید؟

پاسخ:الف)اگر با کابل به ایستگاه متصل نباشد و یا چیزی مثل یک کپسول آتش نشانی همراهش نباشد نمی‌تواند برگردد، باید در جهت مخالف ضربه به جسمی بزند تا بتواند به سفینه برسد.

ب)با فوت کردن در جهت مخالف در مواردی که اصطکاک وجود ندارد می‌توان با پریدن جابه‌جا شد، شخص درون کلاس باید به بالا بپرد و در هوا به سمت درب کلاس پای خود را باز کند.

۶۸-آیا اگر وزن نباشد، اصطکاك ایجاد می‌شود؟

پاسخ: خیر نیروی اصطکاک ضریب اصطکاک ضربدر نیروی عمودی سطح می‌باشد، مقدار نیروی عمودی سطح وابسته به نیروی وزنه در حالت معمولی از نظر مقداری برابر با نیروی وزن

طبق شکل هم برایند وزن و اصطکاک نشان داده شده

در تجزیه می‌بینیم وزن با نیروی عمودی سطح خنثی شده و عکس العمل اصطکاک نیروی جلو برنده است

نیروی اصطکاک عکس العمل نیروی ما به زمینه و در واقع نیروی جلو برنده است

در واقع عکس العمل نیروی اصطکاک ایستایی بین پا و زمین شتاب حرکت را تامین می‌کند، هر چقدر نیروی اصطکاک ایستایی بیشتر شتاب حرکت بیشتر و مسافت طی شده بیشتر

۶۹-آیا می توان روی سطح آب رودخانه راه رفت؟

پاسخ: در رودخانه جاری چون نیروی عکس العملی برای وزن نیست نمی‌شود راه رفت در رودخانه یخ زده هم ضریب اصطکاک صفر است.

اگر بتوانید به اندازه کافی سریع حرکت کنید، باید وزن خود را گ سترش دهید تا ک شش سطحی آب را از بین نبرید. اگر بتوانید خیلی سریع بدوید، تا قبل از شکسته شدن کشش سطحی آب، می توانید پای خود را از سطح آب جدا کنید. مثل سنگی که تقریباً موازی سطح آب پرتاب می‌کنیم و با چند بار برخورد به سطح آب به جای فرو رفتن در آب به جلو می‌رود.

۷۰-وقتی ما راه می‌رویم، نیروی اصطکاك به زمین وارد می‌کنیم. استنباط شما از این جمله چیست؟

پاسخ :وقتی می‌خواهیم راه برویم، نیرویی به زمین وارد می‌کنیم. واکنش این نیرو که نیروی اصطکاک نامیده می‌شود از طرف زمین بر ما وارد شده و باعث حرکت ما می شه. تو ضیح اینکه نیرویی که ما بر زمین وارد می‌کنیم ا سمش نیروی ا صطکاک نیست، بلکه واکنش این نیرو، ا سمش نیروی ا صطکاکه.که همون نیرویست که از طرف سطح بر ما وارد میشه.البته اینکه مولفه‌های افقی در حرکت ما موثرند نیز جای بحث دارد. عامل راه رفتن اصطکاک ایستاییه.هر سطحی که وجود نداشته باشه یا خیلی کم باشه نمیشه راه رفت ولی می‌شود در صورت فرو نرفتن در سطح روی آن سر خورد.

ما نیروی ا صطکاک به زمین وارد نمی کنیم در واقع ما زمین را به عقب هل می دهیم و نیروی عکس العمل زمین و ا صطکاک ما را به جلو هل می دهد نیروی ا صطکاک خلاف جهت نیروی ما (نیروی ما رو به عقب ا ست پس ا صطکاک رو به جلو) با جلوگیری از لیز خوردن ما ما را به سمت جلو هدایت می‌کند.

اصطکاک بخاطر تماس دو سطح با هم هست، فکر کنم منظور اینه که کفش و پای ما از طرف سطح نیروی اصطکاکی وارد میکنه به سطح زمین و زمین همون اندازه نیروی رو وارد میکنه به کف کفش و پا ما به زمین نیروی اصطکاک وارد نمیکنیم ما زمین رو به عقب هل میدیم در اثر اصطکاک ایستایی زمین واکنش نشون میده و ما به جلو حرکت می‌کنیم مثلاً زمین به ما نیروی وزن رو وارد میکنه ما هم دقیقا همون اندازه در خلاف جهت به زمین نیرو وارد می‌کنیم ولی دیگه بهش نمی‌گیم وزن.

خیر یک نیروی عمودی تکیه گاه داریم و یک نیروی اصطکاک که هر دو مولفه های نیرویی هستند که به زمین وارد میشه و در واقع نیرویی برابر با برایندشون رو ما به زمین وارد میکنیم و زمین هم به ما وارد میکنه

در هنگام راه رفتن نیرو به زمین وارد می کنیم زمین نیز نیرویی به همان بزرگی ولی در خلاف جهت بر به ما وارد میکند که همان نیروی ا صطکاک ایستایی ا ست یعنی به نظرم جمله کتاب ا شکال دارد،نیروی ا صطکاک مولفه ای از نیروی عکس العمل سطح هست که عکس العمل نیرویی هست که ما به زمین وارد کردیم.

۷۱- درستی و نادرستی جملات زیر را تعیین کنید.

الف)اندازه سرعت زمین ثابت است ولی برای تغییر جهت به نیرو نیاز دارد، اندازه سرعت ثابت و جهتش در حال تغییر است، شتاب دارد و نیروی برایند صفر نیست.

ب) سرعت ثابت (حرکت روی خط راست) و این دو نیرو مساوی و خلاف جهتند و نیروها متوازنند.

پ)طبق قانون دوم نیوتن شتاب صفر و دو نیرو مساوی هستند.

ت) باید دو نیروها مساوی باشند و ...

پاسخ)الف) نادرست ب) نادرست ج) درست د) نادرست

۷۲-چرا یك سیب رسیده تحت تاثیر نیرویی كه زمین به آن وارد می كند، با شتاب سقوط می كند،اما زمین تحت تاثیر نیرویی كه سیب به آن وارد می كند عملاً ساكن می ماند؟

نیروهایی که به هم وارد می‌کنند برابر و در خلاف جهت هم هستند، ولی چون جرمها بسیار اختلاف دارند؛ پس شتابی که جرم خیلی بزرگ می‌گیرد، ناچیز در نظر گرفته می‌شود.

ما باید برآیند نیروها ی وارد بر سیب و زمین را جداگانه در نظر بگیریم، نیرویی که از طرف زمین به سیب وارد می شود بیشتر از نیرویی ا ست که سیب با آن به درخت متصل است

۷۳-نیروی مقاومت هوا (نیروی پس کشی) چیست و به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ: نیرویی که در اثر برخورد جسم با مولکولهای هوا به جسم وارد می‌شود و در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد میشود ، نیروی مقاومت هوا است. به عبارت دیگر؛ مقاومتی که مولکولهای هوا در برابر حرکت اجسام درون هوا از خود نشان می‌دهند؛ وقتی یک جسم و یک شاره (مثل هوا) نسبت به هم سرعتی داشته باشند چه به علت حرکت جسم در شاره و چه به علت عبور شاره از جسم بر آن جسم یک نیروی مقاومت که مخالف با حرکت نسبی و در جهتی که شاره نسبت به جسم شارش می‌کند، وارد می شود.

نیروی مقاومت هوا به؛

۱- مساحت سطح جلو جسم

۲- اندازه سرعت جسم بستگی دارد، هرچه سرعت جسم بیشتر باشد جسم در هر ثانیه با تعداد مولکولهای هوای بیشتری برخورد کرده و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد.

عوا مل موثرمقاومت هوا

۳ - غلظت هوا هر چقدر غلظت هوا بیشتر مقاومت هوا بیشتر

۴ - فشار هوا

۵ - دمای محیط

۶- شکل هندسی جسم متحرک (آیرودینامیک) آیرودینامیکی شکل باعث میشه لایه های هوا در جلوی جسم حرکت گردابی نداشته باشد و مقاومت هوا کم می‌شود.

علاوه بر آئرو دینا میکی چرخش جسم هم موثره

گلوله شلیک شده توسط خان لوله تفنگ باعث چرخش و کاهش مقاومت هوا افزایش برد گلوله و دقت در برخورد به هدف

۷- وجود ذرات معلق در هوا و ایجاد ناخالصی در هوا

۸ - تراکم‌مولکولها ؛ هرچه تراکم بیشتر باشه مقاومت بیشتر و حرکت جسم درون هوا کمتر

۹ - جریان هوا

۱۰ - حجم جسم

۱۱ - چگالی هوا

۷۴-الف)تندی حدی را تعریف کرده و عوامل موثر بر آن را بیان کنید.

ب) تندی حدی را با سرعت سوق الکترون مقایسه کنید.

پاسخ:پس از سقوط چترباز ، ابتدا تندی و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد، سپس نیروی مقاومت هوا با وزن چترباز هم اندازه شده برایند نیروها و شتاب چترباز صفر میشود و با تندی ثابت به زمین میرسد که به این تندی ، تندی حد میگویند .

بعبارت دیگر ؛ اگر جسمی در هوا سقوط کنه به تندی آن در لحظه‌ای که برایند نیروهای وارد بر ان صفر بشه تندی حدی می گویند.

وقتی ج سمی از حال سکون در هوا سقوط کند جهت نیروی مقاومت هوا رو به بالاو بزرگی آن با افزایش تندی ج سم به تدریج افزایش می‌یابد طبق قانون دوم نیوتن اگر جسم به حدی سقوط کند که نیروی مقاومت هوا « برابر» با وزن جسم شود و« شتاب حرکت صفر» شود تندی جسم دیگر افزایش نمی‌یابد و از آن به بعد جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حد v_t سقوط میکند، که به جرم جسم ، حجم و سطح جسم .... و تمام پارامتر وابسته به مقاومت هوا بستگی خواهد داشت

سوال) آیا ممکنه نیروی مقاومت هوا در پاره ای از زمان بیشتر از نیروی وزن بشه؟

پاسخ :بله زمانی که سرعت جسم بزرگتر از سرعت حد بشه.اگر بعد از مدتی پرتاب آزاد چتر باز چتر خود را باز کنه ممکنه با باز شدن چتر مدتی حرکت کند شونده با شه یعنی مقاومت از نیروی وزن بی شتر ب شه، اگر یه چترباز ابتدا سقوط آزاد کنه و بعد چتر شو باز کنه در این لحظه نیروی مقاومت هوا بزرگتر از نیروی وزنه و باعث میشه سرعت چترباز کم بشه و در نهایت به سرعت حد کاهش پیدا کنه.

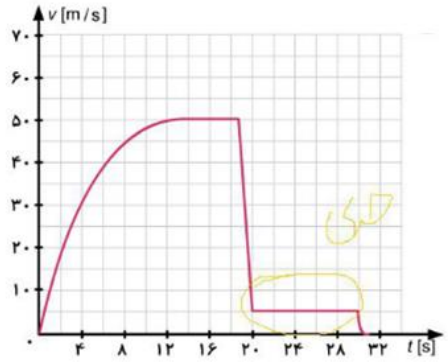
۷۵-دو چترباز همزمان از یك ارتفاع زیاد می پرند. اولی بلافاصله بعد از پریدن و دومی مدتی پس از پریدن چتر خود را باز می کنند، سرعت حدی کدام یك بیشتر است. چرا؟

سرعت حدی هردو چترباز با جرم و شرایط یک سان برابر خواهد بود، زیرا نهایتاً پس از چند لحظه نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن چترباز برابر شده و با سرعت حدی یکسان به زمین می‌رسند. اگر دو جسم مشابه یکی با سرعتی بیشتر از سرعت حد و دیگری با سرعتی کمتر از سرعت حد سقوط کنند، سرعت اولی کاهش یافته تا به سرعت حد برسد و دومی سرعتش افزایش پیدا می‌کند تا سرعتش به سرعت حد می‌رسد. فرض کنید زمانی که چتر باز می‌شود سرعت بیشتر از سرعت حدی هست در این حالت نیروی مقاومت هوا باعث کند شدن حرکت می‌شود اما از آنجایی که مقاومت هوا با سرعت متناسب هست زمانی که اندازه آن با وزن برابر می‌شود به سرعت حدی می‌رسد پس در هر دو حالت تندی حدی برابر است فقط زمان دومی کمتر می‌شود.

۷۶-نمودار تندی زمان چترباز را در دو حالت زیر رسم کنید:
الف) چترباز بلافاصله پس از پریدن چتر خود را باز می کند.
ب) چترباز مدتی پس از پریدن چتر خود را باز می کند.

پاسخ: این سوال بنظرم جواب یکسان و واحدی ندارد و به اینکه چه مدت پس از سقوط، چتر باز شود، بستگی دارد.چون در سرعتهای کم مقاومت هوا با سرعت متنا سبه و در سرعتهای بالا مقاومت هوا با توان ۲ و یا حتی توان ۳ سرعت متناسب میشه مثلاً میشه نمودار رو در ابتدا خطی و سپس سهمی کشید و بعد از باز شدن چتر در زمان کوتاهی افت شدید سرعت و سپس خطی موازی محور زمان و ر سیدن به سرعت حد و بالاخره صفر شدن ناگهانی آن پس از رسیدن به زمین

	بازه زمانی
۱	۰S-۱۳S
۲	۱۳S-۱۹S
۳	۱۹S-۲۰S
۴	۲۰S-۲۵S



۷۷-دو جسم با جرم های یک سان، اما حجم های متفاوت از یك ارتفاع سقوط میکنند. اگر نیروی مقاومت هوا را متنا سب با حجم فرض کنیم کدام یك زودتر به زمین می رسند؟ چرا؟

پا سخ: الف) با افزایش جرم m، $\frac{f}{m}$ کاهش یافته و شتاب افزایش می‌یابد، از طرفی با افزایش شتاب a طبق رابطهی $v^2 = 2a\Delta y$ سرعت نیز زیاد می‌شود.

$$f - mg = -ma \Rightarrow \uparrow\ a = \frac{mg - f}{m} = g - \frac{f}{m}\uparrow$$

با وجود مقاومت هوا جسمی که جرم بیشتری دارد، زودتر می‌رسد، جسمی که حجم بیشتری دارد دیرتر می‌رسد.

$$f\alpha V, V_۲ > V_۱ \Rightarrow \begin{cases} a_۱ = g - \dfrac{f_۱}{m} \\ a_۱ = g - \dfrac{f_۲}{m} \end{cases} \Rightarrow a_۲ < a_۱$$

۷۸-الف) نیروی عمودی تکیه گاه را تعریف کنید و بگویید واکنش این نیرو به کجا وارد می‌شود.

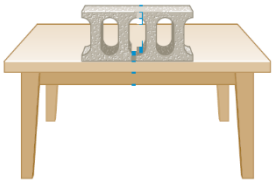
ب) چرا و در چه صورتی نیروی عمودی سطح بر جسم وارد می شود؟

پا سخ: الف) هرگاه جسمی ساکن روی سطح قرار گیرد، نیروهای وارد بر جسم متوازن بوده و نیرویی هم اندازه و بر خلاف نیروی وزن جسم از طرف سطح به جسم بطور عمود به جسم وارد می‌شود، که نیروی عمودی تکیه گاه نام دارد؛ واکنش آن از طرف جسم به سطح وارد می‌شود.

نیروی عمودی سطح یا عمودی تکیه گاه، نیرویی است که ازطرف تکیه گاه یا سطح تماس به صورت عمود بر جسم وارد می شود، واکنش آن به سطح تماس یا تکیه گاه وارد می‌شود.

ب)درصورتی که جسم به سطحی تکیه داده یا باسطح تماس داشته باشد، زیرا ازسطح تماس جسم به آن نیروی وارد می‌شود.

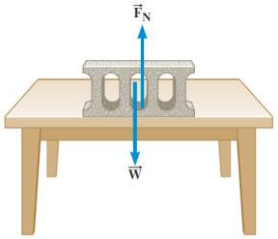
۷۹-مطابق شکل، جسمی به جرم $۲kg$ را روی میز افقی قرار داده‌ایم. نیروی عمودی تکیه گاه را در حالت‌های زیر بدست آورید.



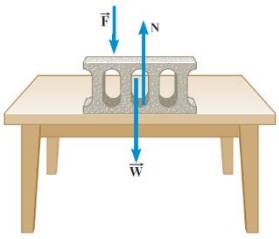
الف) بر کتاب فقط نیروی وزن و عمودی تکیه‌گاه وارد شود.

ب)نیروی $F = ۱۰N$ به طور عمودی و به طرف پایین بر کتاب وارد شود.

ج) نیروی $F = ۱۰N$ به طور عمودی و به طرف بالا بر کتاب وارد شود. (توسط نخی کتاب را بالا بکشیم.)



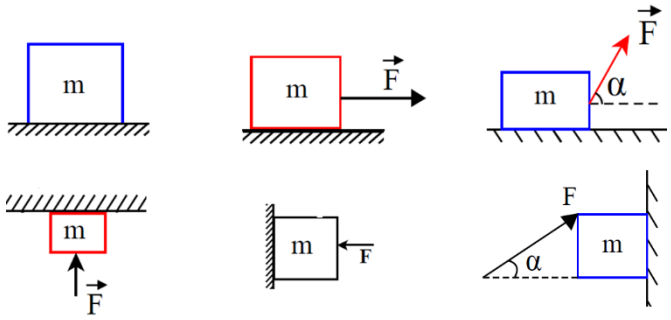
پاسخ:الف) $\sum \vec{F} = ۰ \Rightarrow \vec{N} + \vec{W} = ۰ \Rightarrow |N| = |W| = |mg| = ۲۰N$



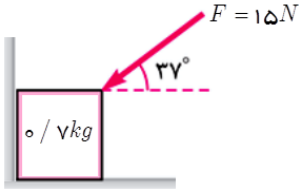
ب) $\sum \vec{F} = ۰ \Rightarrow \vec{N} + \vec{W} + \vec{F} = ۰ \Rightarrow |N| = |F| + |W| = |F| + |mg| = ۱۰ + ۲۰ = ۳۰N$

ج) با شما دیگه؟!!!

۸۰-نیروی عمودی تکیه‌گاه را در شکلهای زیر محاسبه کنید. (در تمامی شکل‌ها $F = ۱۰۰N$ ، $m = ۲kg$ و $\alpha = ۳۰^\circ$ فرض شود.)

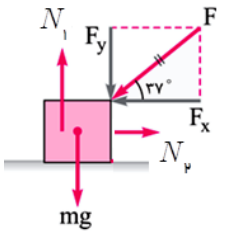


۸۱-در شکل مقابل،اندازه نیروی برایندی که از طرف تکیه گاه های جسم بر آن وارد می‌شود، چند نیوتن است؟



۱) ۹ ۲) ۱۲
۳) ۲۰ ۴) ۲۸

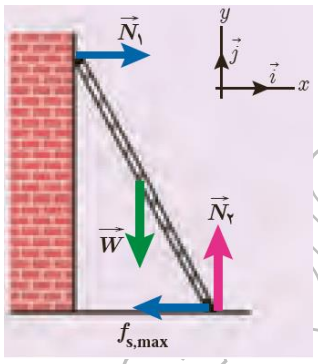
پاسخ:گزینه ۳ درست است. نیروی عمودی تکیه گاه سطح افقی را $N_۱$ و نیروی عمودی تکیه‌گاه سطح عمودی را $N_۲$ می‌نامیم.



$$\begin{cases} N_۱ = F_y + W = F\sin ۳۷^\circ + mg = ۱۵ \times ۰/۶ + ۷ = ۱۶N \\ N_۲ = F_x = F\cos ۳۷^\circ = ۱۵ \times ۰/۸ = ۱۲N \end{cases}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{N_۱^۲ + N_۲^۲} = \sqrt{۱۶^۲ + ۱۲^۲} = ۲۰$$

۸۲-نردبانی به یك دیوار عمودی تکیه کرده و با سطوح عمودی و افقی اصطکاك دارد. با رسم شکل، کلیه‌ی نیروهای وارد بر آن را تر سیم کنید. واکنش هر یك از این نیروها به کجا وارد می‌شود؟



پا سخ: یادمان با شد، واکنش هر نیرویی به عامل بوجود آورنده‌ی آن نیرو وارد می شود؛ مثلاً واکنش نیروی وزن به زمین وارد می‌شود و ...

۸۳-نیروی مقاومت هوا چیست؟ و به چه عواملی بستگی دارد؟

پا سخ:نیرویی که در اثر برخورد جسم با مولکولهای هوا به جسم وارد می شود و در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می شود، نیروی مقاومت هوا است. به عبارت دیگر؛مقاومتی که مولکولهای هوا در برابر حرکت اجسام درون هوا از خود نشان می‌دهند. وقتی یک جسم و یک شاره (مثل

هوا) نسبت به هم سرعتی داشته باشند چه به علت حرکت جسم در شاره و چه به علت عبور شاره از جسم بر آن جسم یک نیروی مقاومت که مخالف با حرکت نسبی و در جهتی که شاره نسبت به جسم شارش می‌کند، وارد می‌شود.

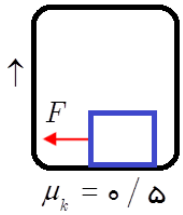
نیروی مقاومت هوا به عواملی همچون:مساحت سطح جلو جسم، اندازه سرعت جسم بستگی دارد، هرچه سرعت جسم بیشتر باشد جسم در هر ثانیه با تعداد مولکولهای هوای بیشـــتری برخورد کرده و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد.غلظت هوا؛هر چقدر غلظت هوا بیشـــتر مقاومت هوا بیشتر ؛فشار هوا؛ دمای محیط ؛ شکل هندسی جسم متحرک (آیرودینامیک) آیرودینامیکی شکل باعث می شود. لایه های هوا در جلوی جسم حرکت گردابی نداشته باشد و مقاومت هوا کم می‌شود. وجود ذرات معلق در هوا و ایجاد ناخالصی در هوا؛ تراکم‌مولکولها،هرچه تراکم بیشتر باشه مقاومت بیشتر و حرکت جسم درون هوا کمتر؛ جریان هوا؛ حجم جسم؛ چگالی هوا

۸۴-تندی حدی را تعریف کرده و عوامل موثر بر آن را بیان کنید.

پاسخ:پس از سقوط چترباز، ابتدا تندی و نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد، سپس نیروی مقاومت هوا با وزن چترباز هم اندازه شده برایند نیروها و شتاب چترباز صفر می شود و با تندی ثابت به زمین می‌رسد که به این تندی، تندی حد می‌گویند. بعبارت دیگر؛ اگر جسمی در هوا سقوط کند به تندی ان در لحظه ای که برایند نیروهای وارد بر ان صفر بشه تندی حدی می‌گویند.

وقتی جسمی از حال سکون در هوا سقوط کند، جهت نیروی مقاومت هوا رو به بالا و بزرگی آن با افزایش تندی جسم به تدریج افزایش می‌یابد. طبق قانون دوم نیوتن اگر جسم به حدی سقوط کند که نیروی مقاومت هوا «برابر» با وزن جسم شود و« شتاب حرکت صفر» شود تندی جسم دیگر افزایش نمی‌یابد و از آن به بعد جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حد V_t سقوط می‌کند، که به جرم جسم، حجم و سطح جسم .... و تمام پارامتر وابسته به مقاومت هوا بستگی خواهد داشت.

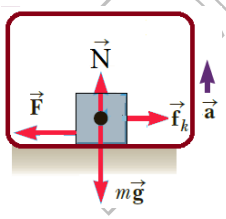
۸۵-مطابق شکل، جسمی به جرم $2kg$ روی کف آسانسوری که باسرعت ثابت رو به بالا در حرکت است، قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح $0/5$ است. با نیروی افقی $F=12N$ جسم را به حرکت در می‌آوریم، یك ثانیه پس از حرکت جسم، حرکت آسانسور تند شونده با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ می شود ، $1/5s$ پس از اعمال نیروی F جسم چند سانتیمتر برکف آسانسور جابه جا می‌شود؟ $(g=10\frac{N}{kg})$



۱) ۳۷/۵ ۲) ۵۰

۳) ۸۷/۵ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۳ درست است. در هنگامی که حرکت آسانسور یکنواخت است، داریم:



$$N=mg=20N \ , \ f_k=\mu_k N=0/5\times 20=10N$$

$$F_T=ma \Rightarrow F-f_k=ma \Rightarrow 12-10=2a \Rightarrow a=1\frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\times 1\times 1^2=0/5m \ , \ v=at=1\times 1=1\frac{m}{s}$$

هنگامی حرکت آسانسور تندشونده است، داریم:

$$N' - mg = ma \Rightarrow N' - ۲۰ = ۲ \times ۴ \Rightarrow N' = ۲۸N \ , \ f'_k = \mu_k N = ۰/۵ \times ۲۸ = ۱۴N$$

$$F_T = ma \Rightarrow F - f'_k = ma' \Rightarrow ۱۲ - ۱۴ = ۲a' \Rightarrow a' = -۱\frac{m}{s^۲}$$

$$\Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}a't^۲ + v_۰ t = \frac{۱}{۲} \times (-۱) \times \frac{۱}{۴} + ۱ \times \frac{۱}{۲} = ۰/۳۷۵m \ , \ v = at = -۱ \times \frac{۱}{۲} = -\frac{۱}{۲}\frac{m}{s}$$

$$\Delta x_T = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ = ۰/۵ + ۰/۳۷۵ = ۰/۸۷۵m = ۸۷/۵cm$$

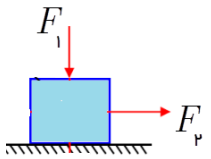
۸۶- جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

الف)ضریب اصطکاک در حال سکون از ضریب اصطکاک در حال حرکت ..... است.

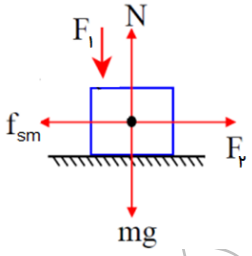
ب)جسمی روی سطح شیبداری که با افق زاویه α می سازد، بدون اعمال نیروی خارجی در حال حرکت است. با در نظرگرفتن اصطکاک شتاب جسم برابر با ..... است.

پاسخ: الف) بیشتر ب) حرکت بطرف پایین سطح شیبدار $a = g(\sin\alpha - \mu_k \cos\alpha)$ ، حرکت بطرف بالای سطح شیبدار $a' = -g(\sin\alpha + \mu_k \cos\alpha)$

۸۷- در شکل مقابل، اندازه $F_۱$ و $F_۲$ به ترتیب $۵N$ و $۱۰N$ است. اگر جسم به جرم $۲kg$ در آستانه حرکت باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



پاسخ: چون جسم در آستانه‌ی حرکت قرار دارد، بنابراین شتاب حرکتش صفر است و برآیند نیروهای وارد بر جسم در هر دو راستای x و y صفر است.



$$F_۲ - f_{sm} = ۰ \Rightarrow f_{sm} = F_۲ = ۱۰N$$

$$N = mg + F_۱ \ , \ f_{sm} = \mu_s N = \mu_s(mg + F_۱) \Rightarrow ۱۰ = \mu_s \times ۲۵ \Rightarrow$$

$$\mu_s = \frac{۱۰}{۲۵} = ۰/۴$$

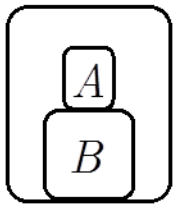
۸۸- شخصی به وزن $۸۰۰N$ درون آسانسوری ایستاده است، اگر کف آسانسور به شخص نیروی $۶۴۰N$ را وارد کند، شتاب و جهت حرکت آسانسور را معلوم کنید و مشخص کنید آسانسور شروع به حرکت کرده یا در حال توقف است؟ حالتهای ممکن را شرح دهید.

پاسخ:

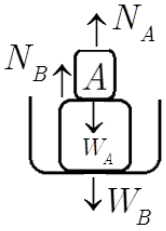
$$N - mg = ma \Rightarrow ۶۴۰ - ۸۰۰ = ۸۰a \Rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

چون نیروی کف آسانسور از نیروی وزن کمتر است، یعنی آسانسور می‌تواند با شتاب کند شونده بالا رود و یا با شتاب تند شونده پایین آید. به عبارت دیگر آسانسور می‌تواند با شتاب $-۲\frac{m}{s^۲}$ بالا رود و یا با شتاب $+۲\frac{m}{s^۲}$ پایین رود.

۸۹-در شکل زیر، آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ شروع به بالا رفتن می‌کند. الف)نیروی تماسی بین دو جسم A و B چقدر است؟



ب) نیروی عمودی تکیه‌گاه جسم B چقدر است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲}, m_A=۱kg, m_B=۳kg)$



پاسخ:

$$N_A = m_A(g+a) = ۱(۱۰+۲) = ۱۲N$$

$$N_B - m_Bg - N'_A = m_Ba \Rightarrow N_B - ۳۰ - ۱۲ = ۳\times ۲ \Rightarrow N_B = ۴۸N$$

یا

$$N_B - (m_B+m_A)g = (m_B+m_A)a \Rightarrow N_B - ۴۰ = ۴\times ۲ \Rightarrow N_B = ۴۸N$$

۹۰-شخصی توسط طنابی جسمی را در راستای قائم جابه‌جا می‌کند. در کدامیك از حالت های زیر کشش نخ بیشترین است؟

۱)حرکت تند شونده رو به بالا ۲) حرکت کند شونده رو به بالا

۳)حرکت تند شونده رو به پایین ۴) حرکت با سرعت ثابت

پاسخ:گزینه ۱ درست است.کشش کابل آسانسور از رابطه $T=m(g\pm a)$ بدست می‌آید، که علامت $+$ برای حرکت به سمت بالا و علامت $-$ برای حرکت به سمت پایین است. بنابراین اگر آسانسور با شتاب مثبت رو به بالا (تندشونده رو به بالا) و یا با شتاب منفی رو به پایین (کندشونده رو به پایین) حرکت کند، کشش کابل آسانسور به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

۹۱-وزنه m را توسط طنابی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طور قائم با حرکت تند شونده رو به بالا می کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت، چند متر بر مجذور ثانیه افزایش می یابد؟

پاسخ:روش اول)

$$T_۱ = m(g+a_۱) = ۱۲m(N)$$

$$T_۲ = ۲T_۱ \Rightarrow T_۲ = ۲۴m(N) \Rightarrow T_۲ = m(g+a_۲) \Rightarrow ۲۴\cancel{m} = \cancel{m}(۱۰+a_۲) \Rightarrow a_۲ = ۱۴\frac{m}{s^۲}$$

$$\Rightarrow \Delta a = ۱۴-۲ = ۱۲\uparrow$$

روش دوم)

$$T = m(g+a)$$

$$\frac{T_۲}{T_۱} = ۲ \Rightarrow ۲ = \frac{g+a_۲}{g+a_۱} \Rightarrow ۲۰+۲a_۱ = ۱۰+a_۲ \xrightarrow{a_۱=۲} a_۲ = \cancel{m}(۱۰+a_۲) \Rightarrow a_۲ = ۱۴\frac{m}{s^۲}$$

$$\Rightarrow \Delta a = ۱۴-۲ = ۱۲\uparrow$$

۹۲-شخصی درون آسانسور ساکنی روی باسکولی ایستاده است و باسکول عدد $۵۰۰N$ را نشان می‌دهد.

الف) اگر آسانسور با شتاب ثابت رو به بالا حرکت کند و باسکول عدد $۶۵۰N$ را نشان دهد، اندازه شتاب a چقدر است؟

ب) اگر آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین شروع به حرکت کند، باسکول چه عددی را نشان می دهد؟

$W = mg = ۵۰۰ \Rightarrow m = ۵۰kg$

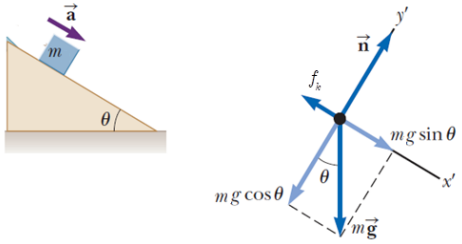
پاسخ: الف) $N = m(g+a) \Rightarrow ۶۵۰ = ۵۰(۱۰+a) \Rightarrow ۶۵۰ = ۵۰۰ + ۵۰a \Rightarrow a = ۳\frac{m}{s^۲}$

ب) $N = m(g-a) \Rightarrow N = ۵۰(۱۰-۲) = ۴۰۰N$

۹۳-جعبه‌ای به جرم $۳kg$ روی سطح شیبداری دارای اصطکاک با شتاب $۳\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین در حال لغزش است. اگر جسمی به جرم $۲kg$ درون جعبه قرار دهیم و جعبه را رها کنیم تا روی همین سطح به پایین بلغزد، شتاب حرکت مجموعه چند متر بر مجذور ثانیه خواهد شد؟

۱) ۵ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) با ید زاویه سطح شیبدار و ضریب اصطکاک مشخص باشد.

پاسخ: گزینه ۲ درست است.



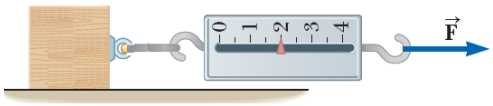
$f_k = \mu_k mg\cos\theta$

$mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta = ma \Rightarrow a = g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$

شتاب حرکت جسم بر روی سح شیبدار به جرم جسم بستگی ندارد.

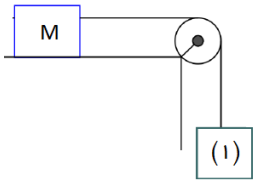
۹۴-الف) مطابق شکل مقابل، آزمایشی را طراحی کنید، که بتوان ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم را تعیین کرد؟

ب) اگر جرم مکعب تغییر کند، آیا ضریب اصطکاک هم تغییر می‌کند؟



پاسخ:آنقدر نیرو سنج را بکشیم تا جسم در آستانه ی حرکت قرار بگیرد، نیرو را می‌خوانیم؛ این مقدار نیرو برابر اصطکاک ایستایی ماکزیمم می‌باشد. از طرفی عمودی تکیه گاه جسم برابر وزن جسم است و سپس به کمک رابطه‌ی $f_{s\max} = \mu_s N = \mu_s mg$ ، ضریب اصطکاک را محاسبه می‌کنیم.

۹۵-آزمایشی طراحی کنید، که به کمک آن بتوان ضریب اصطکاک ایستایی را محاسبه کرد؟



پاسخ:ذراتی مثل شکر یا نمک را به آرامی درون ظرف (۱) می‌ریزیم تا سیستم در آستانه‌ی حرکت قرار گیرد. وزن ظرف (۱) و محتویات آن را برابر اصطکاک ایستایی ماکزیمم قرار می‌دهیم و سپس به کمک رابطه‌ی $f_{s\max} = \mu_s N = \mu_s Mg$ ، ضریب اصطکاک را محاسبه می‌کنیم.

۹۶-نشان دهید، ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی، کمیتهایی بدون یکا هستند.

پاسخ: $f_s = \mu_s N \Rightarrow \mu_s = \frac{f_s}{N} \Rightarrow \mu_s = \frac{N}{N}$ ، $f_k = \mu_k N \Rightarrow \mu_k = \frac{f_k}{N} \Rightarrow \mu_k = \frac{N}{N}$

۹۷-آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

الف)نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ_s را به دست آورید.

ب)نشان دهید، نیروی اصطکاک جنبشی به طور محسوسی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.

پاسخ: الف) نیرو سنج را به مکعبی که روی سطح قرار دارد وصل می‌کنیم، نیرو سنج را آنقدر می‌کشیم تا مکعب روی سطح به حرکت درآید و با سرعت ثابت به حرکت ادامه دهد در این حالت عدد نیرو سنج F را یادداشت می‌کنیم که با نیروی اصطکاک جنبشی جسم برابر است. زیرا سرعت ثابت و شتاب حرکت صفر است؛ در نهایت از رابطه $f_k = \mu_k N$ ضریب اصطکاک جنبشی (μ_k) بدست می‌آید.

ب) اگر مکعب را از وجه دیگر قرار دهیم و آزمایش راتکرار کنیم، عدد نیرو سنج تفاوتی ندارد، پس نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دوجسم بستگی ندارد.

۱ - مکعب را از وجه بزرگ روی سطح قرار داده

۲ - با نیرو سنج آرام می‌کشیم بطوری که احساس کنیم، مکعب در آستانه لغزیدن است. عدد نیرو سنج را در این حالت می‌خوانیم که با نیروی اصطکاک در آستانه حرکت برابر است و ماکزیمم اصطکاک خواهد بود.

۳ - بار دیگر مکعب را از وجه کوچکتر روی همان سطح قرار داده و آزمایش را تکرار می‌کنیم.

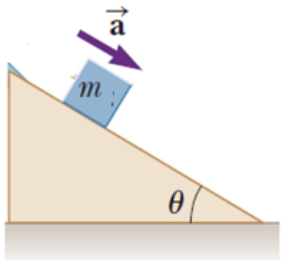
۴ - جرم قطعه را با ترازو اندازه گرفته و با رابطه زیر ضریب اصطکاک ایستایی $f_{s\max} = \mu_s N = \mu_s Mg$ بدست می آید.

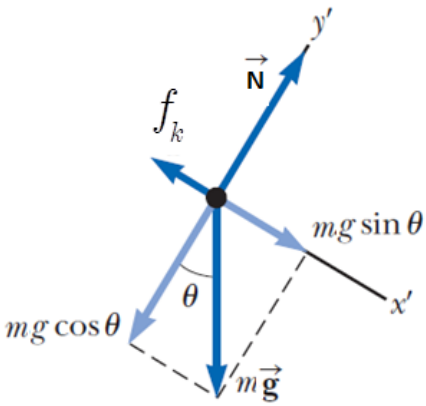
۵ - با مکعبهای دیگر با جرم متفاوت آزمایش را تکرار می‌کنیم.

نتیجه : ضریب اصطکاک به سطح جسم بستگی ندارد و به جنس سطح ، صافی و زبری بستگی دارد.

ب) مقدار نیروی اصطکاک تغییر می‌کند ولی ضریب اصطکاک ثابت می‌ماند.

جسم را از حال سکون روی یک سطح شیبدار، با زاویه θ رها می‌کنیم. اگر مدت زمان حرکت t ثانیه باشد، و جسم به اندازه‌ی d جابه‌جا شود؛ داریم:



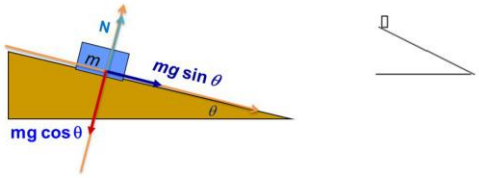


$$d = \frac{1}{2}at^2 \ , \ mg\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta = ma \Rightarrow \mu_k = \frac{g\sin\theta - a}{g\cos\theta}$$

اگر جسم m را از وجه های مختلفش روی سطح شیب دار قرار دهیم، ضریب اصطکاک تغییر محسوسی نخواهد داشت.

نکته:

جسم روی سطح شیب‌دار اصطکاک دار باسرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد.



$$\left.\begin{matrix} a_x = g(\sin\theta - \mu_k \cos\theta) \\ a_x = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 0 = g(\sin\theta - \mu_k \cos\theta) \Rightarrow \sin\theta = \mu_k \cos\theta \Rightarrow$$

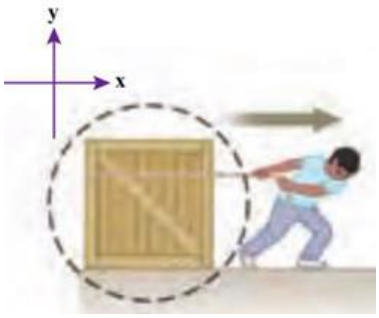
$$\mu_k = \tan\theta$$

۹۸- مطابق شکل مقابل، شخصی جعبه‌ی $۷۵kg$ را با نیروی افقی $۳۰۹N$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و کف زمین $۰/۴$ باشد؛

الف) نیروی اصطکاک بین جعبه و زمین

ب) شتاب حرکت جعبه

ج) اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین $۰/۶$ باشد و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟



پاسخ:

$$f_k = \mu_k N = ۰/۴ \times ۷۵۰ = ۳۰۰N$$

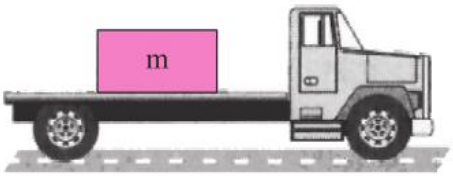
$$F - f_k = ma \Rightarrow ۳۰۹ - ۳۰۰ = ۷۵a \Rightarrow a = ۰/۱۲ \frac{m}{s^۲}$$

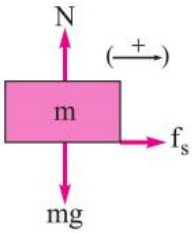
در این مسئله $\mu_s = ۰/۶$ و جسم ابتدا ساکن است، پس:

$$f_{s\max} = \mu_s N = ۰/۶ \times ۷۵۰ = ۴۵۰N \Rightarrow F - f_{s\max} = ۰ \Rightarrow F = f_{s\max} = ۴۵۰N$$

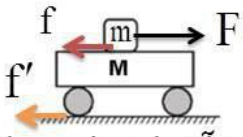
دینامیک جسم های سوار برهم (لغزش اجسام بر روی هم):

همواره نیروی اصطکاک مخالف حرکت نمی‌باشد، در مواردی که دو جسم بر روی یکدیگر قرار داشته و تنها بر یکی از آنها نیروی خارجی وارد شده باشد؛ ولی دستگاه با یک شتاب در یک جهت در حرکت باشد، برای جسمی که به آن نیروی خارجی وارد نمی‌شود، عامل حرکت نیروی اصطکاک می‌باشد. به عنوان مثال جعبه‌ای به جرم m روی قسمت بار یک کامیون قرار دارد و به همراه کامیون، با شتاب ثابت a به سمت راست حرکت می‌کند. چون جعبه به سمت راست شتاب می‌گیرد، حتماً نیرویی در همین جهت به آن وارد می‌شود. این نیرو را کف بارکش کامیون بر جعبه وارد می‌کند. در واقع این نیرو، همان نیروی اصطکاک بین جعبه و تکیه‌گاهش است و چون جعبه نسبت به کامیون ساکن است، اصطکاک آنها از نوع ایستایی است. بنابراین عامل حرکت جعبه، نیروی اصطکاکی است که کف کامیون بر آن وارد می‌کند.





حرکت جسم روی ارابه



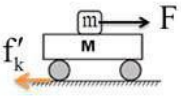
حرکت جسم روی ارابه : نیرو بر جسم بالایی وارد می شود:

عامل حرکت **نیروی اصطکاک بین دو جسم**(f) برای چهارچرخه نیروی محرک است و آن را به جلو می راند.

اگر $F < f_s$ باشد.

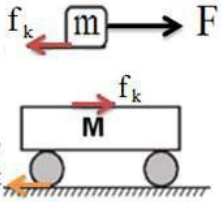
$F < f'_s$ جسم وارابه هردو ساکنند.

$F > f'_{s,k}$ جسم و ارابه بایک شتاب حرکت می کنند. $a = \frac{F - f'_k}{m+M}$



اگر $F > f_{s,k}$ باشد.

شتاب حرکت جسم : $a_1 = \frac{F - f_k}{m}$



شتاب حرکت ارابه: $a_2 = \frac{f_k - f'_k}{M}$

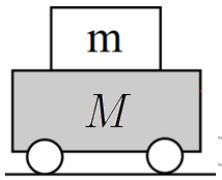
هرگاه نیروی اصطکاک f وجود نداشته باشد

شتاب حرکت ارابه: $a = 0$ ارابه همواره ساکن است.

شتاب حرکت جسم : $a = \frac{F}{m}$

انصاری تبار

۹۹-در شکل روبرو، ارابه‌ای به جرم $16kg$ روی سطح بدون اصطکاکی ساکن است. جعبه‌ای به جرم $4kg$ روی ارابه قرار دارد. ضریب اصطکاک جنبشی بین جعبه و ارابه $\mu_k = 0/2$ و ضریب اصطکاک ایستایی آستانه‌ی حرکت $\mu_k = 0/25$ است.



الف) اگر نیروی افقی $F = 8N$ بر جعبه وارد شود، شتاب حرکت جعبه و ارابه و اصطکاک بین جعبه و ارابه را بیابید.

ب) بیشینه نیروی افقی F که بر جعبه وارد می شود، چند نیوتن باشد تا جعبه بر ارابه نلغزد؟

ج) بیشینه نیروی افقی F که بر ارابه وارد می شود، چند نیوتن باشد تا جعبه بر ارابه ساکن بماند؟

د) اگر نیروی افقی $F = 20N$ بر جعبه وارد شود، شتاب حرکت جعبه و ارابه و اصطکاک بین جعبه و ارابه را بیابید.

ه) اگر نیروی افقی $F = 11N$ بر جعبه وارد شود، شتاب حرکت جعبه و ارابه و اصطکاک بین جعبه و ارابه را بیابید.

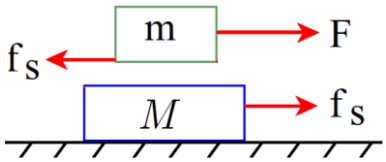
و) اگر نیروی افقی $F = 60N$ بر ارابه وارد شود، شتاب حرکت جعبه و ارابه و اصطکاک بین جعبه و ارابه را بیابید.

پاسخ:

الف)ابتدا نیروی اصطکاک ایستایی را بین جعبه و ارابه محاسبه می‌کنیم.

$$f_{s\max} = \mu_s . N = \mu_s mg = 0/25 \times 4 \times 10 = 10N > 8N$$

آنچه مسلم است این است که جعبه و ارابه نسبت به شخص روی زمین (ناظر لخت) که آنها را می‌کشد در حال حرکت هستند و برآیند نیروهای وارد بر m و M صفر نیست و نیروی $۸N$ مجموع جرم‌های $۱۶kg$ و $۴kg$ را روی سطح بدون اصطکاک زمین با هم و با یک شتاب می‌کشد. در این حالت جعبه به ارابه چسبیده و ساکن است. داریم:



$$\sum F = (M+m)a \Rightarrow ۸ = (۱۶+۴)a \Rightarrow a = ۰/۴\frac{m}{s^۲}$$

عاملی که به جعبه شتاب $۰/۴\frac{m}{s^۲}$ می‌دهد، نیروی اصطکاک بین جعبه و ارابه است، بنابراین اصطکاک بین جعبه و ارابه برابر است با:

$$f_s = Ma = ۱۶\times ۰/۴ = ۶/۴N$$

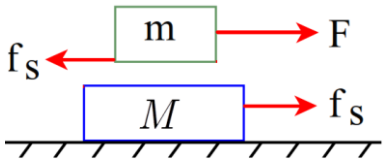
اشتباه رایج: دانش آموز فکر می‌کند چون جعبه بر ارابه نمی‌لغزد آن را ساکن در نظر گرفته و $f_s = F = ۸N$ را بدست می‌آورد که در واقع مسئله را از دید ناظر روی ارابه (ناظر غیر لخت) بررسی کرده و به اشتباه می‌افتد.

$۸N \quad ۲۰kg$

$۱۶kg \quad f_s \Rightarrow f_s = ۶/۴N$

دید دیگر؛ روش تناسب:

روش دیگر: رسم شکل جعبه و ارابه و رسم نیروهای وارد بر آنها و نوشتن معادله‌ی «خوب منهای بد»



$$\begin{cases} m: F - f_s = ma \\ M: f_s = Ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۸ - f_s = ۴a \\ f_s = ۱۶a \end{cases} \Rightarrow ۸ = ۲۰a \Rightarrow a = ۰/۴\frac{m}{s^۲}$$

$$f_s = Ma \Rightarrow ۱۶\times ۰/۴ = ۶/۴N$$

ب)هر نیرویی که بر جعبه وارد شود، جعبه و ارابه را با شتاب روی سطح بدون اصطکاک زمین به حرکت درمی‌آورد، همچنین عامل حرکت ارابه به همراه جعبه، نیروی اصطکاک بین جعبه و ارابه است که به ارابه شتاب می‌دهد و بیشینه‌ی ان از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

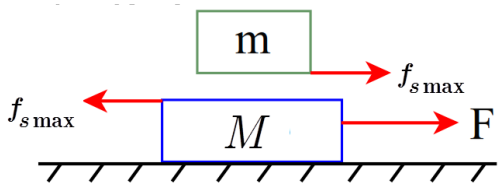
$$f_{s\max} = Ma \Rightarrow ۱۰ = ۱۶a \Rightarrow a = \frac{۵}{۸}\frac{m}{s^۲}$$

نیروی F هر مقداری با شد، بیشینه‌ی شتاب ارابه $\frac{۵}{۸}\frac{m}{s^۲}$ است، اگر بخواهیم جعبه بر ارابه نلغزد، باید نیروی F به مجموعه شتاب $\frac{۵}{۸}\frac{m}{s^۲}$ بدهد.

$$F = (M+m)a \Rightarrow F_{\max} = (۱۶+۴)\times\frac{۵}{۸} = ۱۲/۵N$$

اشتباه رایج: از دید ناظر سوار بر ارابه (چسبیده به ارابه یا ناظر غیر لخت) به پاسخ غلط $۱۰N$ می‌رسیم.

ج) وقتی نیروی F بر ارابه وارد می‌شود، نیرویی که سبب حرکت جعبه به همراه ارابه می‌شود، نیروی اصطکاک بین جعبه و ارابه است. داریم:

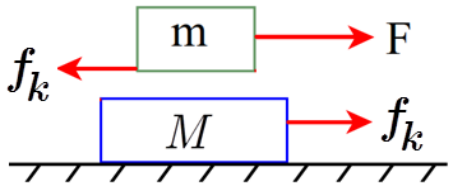


$$f_{s\max} = ma_{\max} \Rightarrow a_{\max} = \frac{۱۰}{۴} = ۲/۵\frac{m}{s^۲}$$

اکنون نیروی F که به مجموعه‌ی جعبه و ارابه حداکثر شتاب $۲/۵\frac{m}{s^۲}$ را می‌دهد.

$$F_{\max} = (M+m)a \Rightarrow F_{\max} = (۱۶+۴)\times ۲/۵ = ۵۰N$$

د)با توجه به قسمت (ب)، چون $۲۰N > ۱۲/۵N$ است ؛ قطعاً جعبه بر ارابه خواهد لغزید و جعبه و ارابه شتاب متفاوت دارند و نیروی اصطکاک بین آنها جنبشی است.



$$f_k = \mu_k.mg = ۰/۲ \times ۴ \times ۱۰ = ۸N$$

$$\begin{cases} m: F - f_k = ma \\ M: f_k = Ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۲۰ - ۸ = ۴a_۱ \\ ۸ = ۱۶a_۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_۱ = ۳\dfrac{m}{s^۲} \\ a_۲ = ۰/۵\dfrac{m}{s^۲} \end{cases}$$

ه)نیروی $F = ۱۱N$ از اصطکاک ایستایی آستانه‌ی حرکت $f_{s\max} = ۱۰N$ بیشتر است، پس جعبه بر روی ارابه می‌لغزد. و اصطکاک بین جعبه و ارابه $f_k = ۸N$ است. اما این نتیجه اشتباه است.!!! چون در قسمت (ب) مشخص شد که اگر حتی F برابر $۱۲/۵N$ باشد، جعبه و ارابه با یک شتاب حرکت می‌کنند. اکنون برای نیروی $F = ۱۱N$ داریم:

$$F = (M+m)a \Rightarrow ۱۱ = (۱۶+۴) \times a \Rightarrow a = \frac{۱۱}{۲۰}\frac{m}{s^۲}$$

$$f_s = Ma = ۱۶ \times \frac{۱۱}{۲۰} = ۸/۸N$$

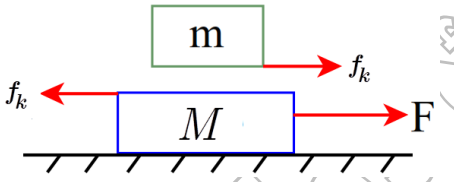
$۲۰kg$ $۱۱N$

$۱۶kg$ $f_s = ۸/۸N$

نیروی اصطکاک بین جعبه و ارابه؛ سبب حرکت ارابه می‌شود. بنابراین:

نیروی اصطکاک را از راه تناسب نیز می‌توان بدست آورد.

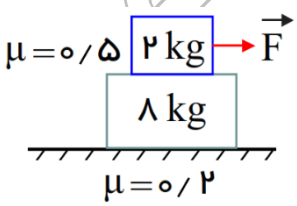
و)با توجه به قسمت (ج) چون نیروی $۶۰N$ بزرگتر از $۵۰N$ است، پس جعبه و ارابه بر روی هم می‌لغزند و نیروی اصطکاک بین جعبه و ارابه جنبشی خواهد بود.



$$f_k = \mu_k.mg = ۰/۲ \times ۴ \times ۱۰ = ۸N$$

$$\begin{cases} M: F - f_k = Ma \\ m: f_k = ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۶۰ - ۸ = ۱۶a_۱ \\ ۸ = ۴a_۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_۱ = \dfrac{۵۲}{۱۶}\dfrac{m}{s^۲} \\ a_۲ = ۲\dfrac{m}{s^۲} \end{cases}$$

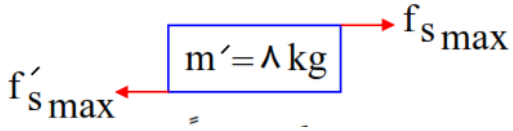
۱۰۰- در شکل مقابل، حداکثر اندازه‌ی نیروی افقی F چند نیوتن باشد، تا دو جسم بر روی هم نلغزند؟ $\left(g = ۱۰\dfrac{N}{kg}\right)$ **(قلم‌چی-۹۵)**



۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۱۷/۵
۴) ۲۰

پاسخ:گزینه (۱) صحیح است. آنچه می‌تواند جسم $۸kg$ را به حرکت درآورد، حداکثر نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم است.

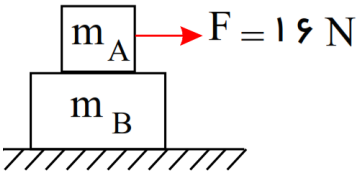
$$f_{s\max} = \mu_s mg = ۰/۵ \times ۲۰ = ۱۰N$$
$$f'_{s\max} = \mu'_s (m+m')g = ۰/۲ \times (۸+۲) \times ۱۰ = ۲۰N$$



پس جسم $8kg$ اصلاً حرکت نمی‌کند، بنابراین اگر قرار باشد، که نسبت به هم نلغزند، جسم بالایی باید در آستانه‌ی حرکت باشد،

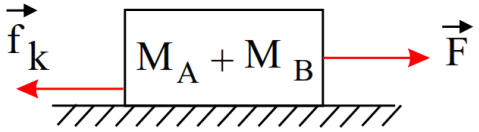
$$F = f_{s\max} = \mu_s mg = ۰/۵ \times ۲۰ = ۱۰N$$

۱۰۱- در شکل زیر، اگر دو جسم $m_A = ۲kg$ و $m_B = ۳kg$ با یک شتاب حرکت کنند، بزرگی نیروی اصطکاک بین دو جسم چند نیوتن است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و ضریب اصطکاک جنبشی بین m_B و سطح افقی برابر با $\mu_k = ۰/۱۲$ است.) (قلم‌چی-۹۶)



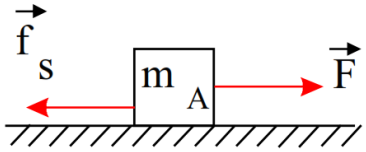
۱) ۲/۴ ۲) ۳/۶ ۳) ۶ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه(۴) صحیح است. هر دو جسم با یک شتاب حرکت می‌کنند، اگر فرمول «خوب منهای بد» را برای مجموعه بنویسیم؛ داریم:

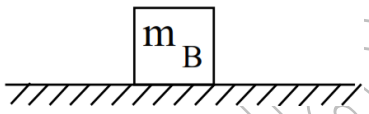


$$F - f_k = (m_A + m_B)a \Rightarrow F - \mu_k (m_A + m_B)g = (m_A + m_B)a \Rightarrow$$
$$۱۶ - ۰/۱۲ \times (۲+۳) \times ۱۰ = (۲+۳)a \Rightarrow a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

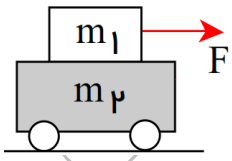
به جسم بالایی در راستای افق، نیروی افقی F و نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم وارد می‌شود. بنابراین برای این جسم فرمول «خوب منهای بد» به صورت زیر است.



$$F - f_s = m_A a \Rightarrow ۱۶ - f_s = ۲ \times ۲ \Rightarrow f_s = ۱۲N$$



۱۰۲- مطابق شکل زیر، جعبه‌ای به جرم $5kg$ روی چهار چرخه‌ای به جرم $7kg$ و ضریب اصطکاک $\mu_k = ۰/۴$ قرار دارد و به آن نیروی افقی $۱۲N$ وارد می‌کنیم. کدام گزینه در مورد حرکت جعبه و چهارچرخه درست است.



۱) شتاب جعبه بزرگتر از شتاب چهار چرخه می شود.
۲) شتاب جعبه کوچکتر از شتاب چهار چرخه است.
۳) هر دو با هم و با یک شتاب حرکت می کنند.
۴) جعبه به جلو و چهار چرخه به عقب حرکت می‌کند.

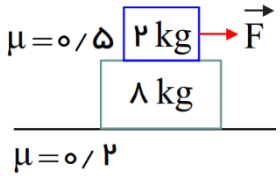
پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

نیروی اصطکاک در آستانه حرکت برابر است با:

$$f_{sm} = \mu_s . N_۱ = \mu_s . m_۱ g \Rightarrow f_{sm} = ۰/۴ \times ۵ \times ۱۰ = ۲۰N$$

چون نیروی $F < f_{sm}$ است پس جعبه از چهار چرخه جدا نمی‌شود و هر دو با هم تحت تاثیر نیروی F با شتاب واحدی حرکت می‌کنند.

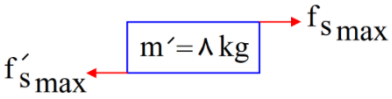
۱۰۳- در شکل مقابل، حداکثر اندازه‌ی نیروی افقی F چند نیوتن باشد، تا دو جسم روی هم نلغزند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$ (قلم‌چی-۹۵)



۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۱۷/۵
۴) ۲۰

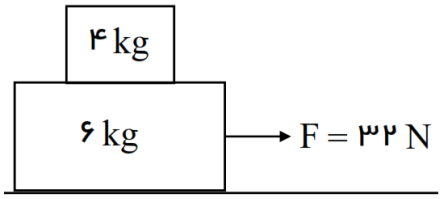
پاسخ: گزینه(۱) صحیح است. آنچه جرم $۸kg$ را به حرکت درمی‌آورد، حداکثر نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم است.

$$\begin{cases} f_{s\max} = \mu_s.mg = ۰/۵ \times (۲۰) = ۱۰N \\ f'_{s\max} = \mu'_s.(m+m')g = ۰/۲ \times (۸+۲) = ۲۰N \end{cases}$$



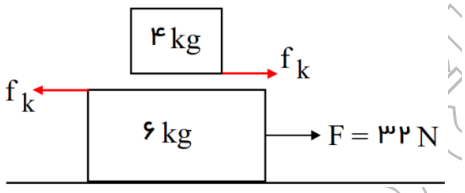
بنابراین جسم $۸kg$ اصلاً حرکت نمی‌کند، پس اگر قرار است که نسبت به هم نلغزند، جسم بالایی باید در آستانه‌ی حرکت باشد. یعنی: $F = f_{s\max} = \mu_s.mg = ۱۰N$

۱۰۴- در شکل مقابل، جسم $۶kg$ با زمین اصطکاک ندارد. اگر شتاب حرکت جسم $۶kg$ برابر شتاب حرکت جسم $۴kg$ باشد، ضریب اصطکاک بین دو جسم چقدر است؟ (گزینه۲- ۹۶)



۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است. گام صفر و گام یک را اجرا کن.

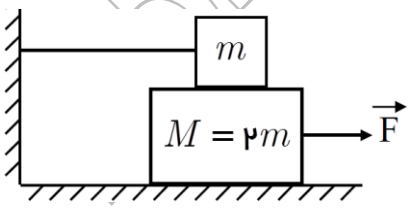


$$\begin{cases} \sum F = ma \Rightarrow f_k = m_۱a_۱ & (۱) \\ \sum F = ma \Rightarrow F - f_k = m_۲a_۲ & (۲) \end{cases} \xrightarrow{(۱),(۲)} F - m_۱a_۱ = m_۲a_۲$$

$$\xrightarrow{a_۲ = ۲a_۱} ۳۲ - ۴a_۱ = ۶ \times ۲a_۱ \Rightarrow a_۱ = ۲\frac{m}{s^۲}$$

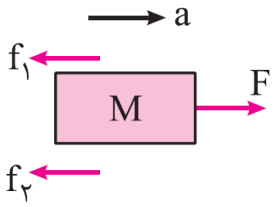
$$\xrightarrow{(۱)} f_k = m_۱a_۱ \Rightarrow \mu_k m_۱ g = m_۱a_۱ \Rightarrow \mu_k \times ۱۰ = ۲ \Rightarrow \mu_k = ۰/۲$$

۱۰۵- در شکل زیر، ضریب اصطکاک جنبشی بین کلیه‌ی سطوح μ_k است. نیروی افقی F به جرم M شتاب a را می‌دهد. F کدام است؟ (سراسری تجربی خارج از کشور-۹۶)



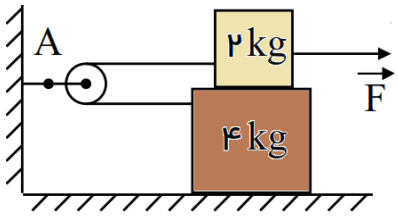
۱) $M(a+\frac{۱}{۲}\mu_k g)$
۲) $M(a+\frac{۳}{۲}\mu_k g)$
۳) $M(a+۲\mu_k g)$
۴) $M(a+۴\mu_k g)$

پاسخ: در دیاگرام جسم M دو نیروی اصطکاک بر آن وارد می شود. یکی نیروی اصطکاک بین جسم m و جسم M که f_1 نام دارد و دیگری نیروی اصطکاک بین جسم M و سطح افقی که آن را f_2 می‌نامیم. خوب منهای بد را برای جسم M می‌نویسیم.



$$F - f_1 - f_2 = Ma \xrightarrow[N_2=(m+m)g]{N_1=mg} F - \mu_k mg - \mu_k(m+M)g = Ma$$
$$\xrightarrow{M=2m} F - \mu_k mg - 3\mu_k mg = 2ma \Rightarrow F = 2ma + 4\mu_k mg \xrightarrow{2m=M}$$
$$F = M(a + 2\mu_k g)$$

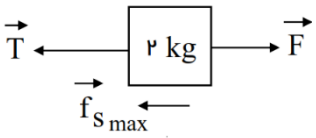
۱۰۶- در شکل زیر، ضریب اصطکاک ایستایی کلیه‌ی سطوح برابر با ۰/۲ است. اگر نیروی افقی F ، حداکثر مقداری را داشته باشد که به ازای آن مجموعه ساکن باشد، نیروی کشش نخ در نقطه‌ی A چند نیوتن است؟(جرم قرقره و نخ ناچیز است و $g = 10\frac{N}{kg}$)



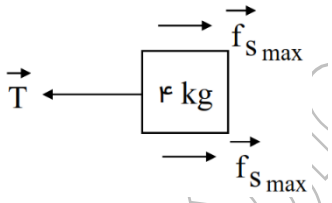
۱) ۳۲ ۲) ۸ (قلم‌چی-۹۶)

۳) ۲۴ ۴) ۱۶

پاسخ: گزینه(۱) صحیح است. حداکثر نیروی F زمانی است که هر دو جسم در آستانه‌ی حرکت باشند و نیروی اصطکاک ایستایی در هر دو سطح بیشینه باشد. نیروهای افقی وارد بر هر دو جسم را مشخص می‌کنیم.

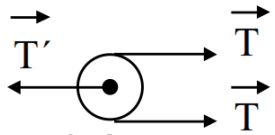


$$f_{s\max} = \mu_s mg = 0/2 \times 2 \times 10 = 4N$$
$$f'_{s\max} = \mu_s(M+m)g = 0/2 \times (4+2) \times 10 = 12N$$



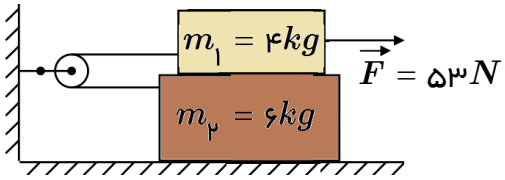
چون مجموعه در حال سکون است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر است.

$$\sum F = 0 \Rightarrow T - f_{s\max} - f'_{s\max} = 0 \Rightarrow T = f_{s\max} + f'_{s\max} \xrightarrow[f'_{s\max}=12N]{f_{s\max}=4N}$$
$$T = 16N$$



چون قرقره‌ها و نخ‌ها بدون جرم هستند. $T' - 2T = 0 \Rightarrow T' = 32N$

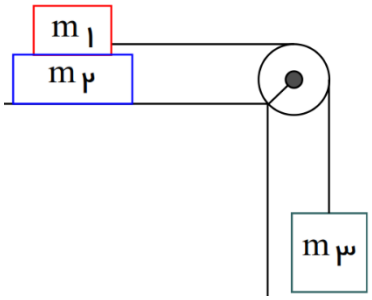
۱۰۷- در شکل روبرو، ضریب اصطکاک جنبشی در کلیه‌ی سطوح افقی برابر ۰/۱ است. نیروی کشش نخ افقی بسته شده به دیوار چند نیوتن است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و جرم نخ و قرقره و نیروی اصطکاک آنها ناچیز است.) (آزمون سنجش)



۱) ۴۰ ۲) ۵۰

۳) ۷۰ ۴) ۸۰

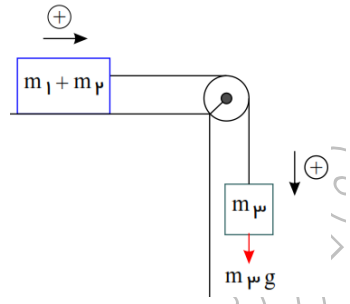
۱۰۸- در شکل مقابل، جرم و اصطکاک طناب و قرقرخ ناچیز، $m_۱ = ۲kg$ ، $m_۲ = ۴kg$ و $m_۳ = ۴kg$ است. اصطکاک $m_۲$ با تکیه‌گاه ناچیز و ضریب اصطکاک بین $m_۱$ و $m_۲$ برابر $\mu_s = ۰/۹$ و $\mu_k = ۰/۶$ است. اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین $m_۱$ و $m_۲$ چند نیوتن است؟ (گزینه۲- ۹۶)



۱) ۱۶ ۲) ۱۲

۳) ۱۸ ۴) ۲۴

پاسخ: گزینه(۱) صحیح است. فرض کنید، $m_۱$ و $m_۲$ روی هم نمی‌لغزند و با یک شتاب حرکت می‌کنند.

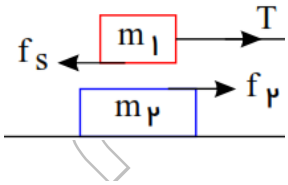


$$\sum F - \sum R = \sum m.a \Rightarrow m_۳g = (m_۱ + m_۲ + m_۳)a \Rightarrow$$
$$۴۰ = ۱۰a \Rightarrow a = ۴ \frac{m}{s^۲}$$

اکنون $f_{s\max}$ بین دو جسم را بدست می‌آوریم. $f_{s\max} = \mu.m_۱g = ۰/۹(۲۰) = ۱۸N$

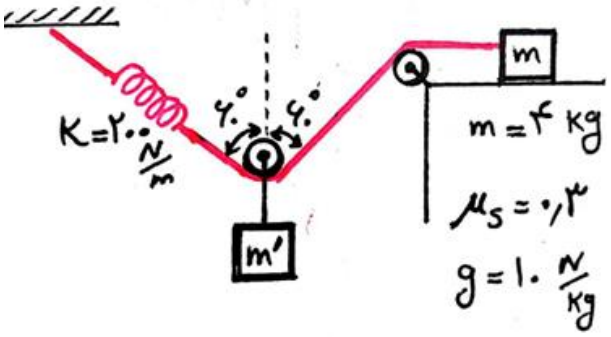
پس نیرویی که وزنه‌ی $m_۲$ نیاز دارد تا با شتاب دستگاه حرکت کند، برابر است با:

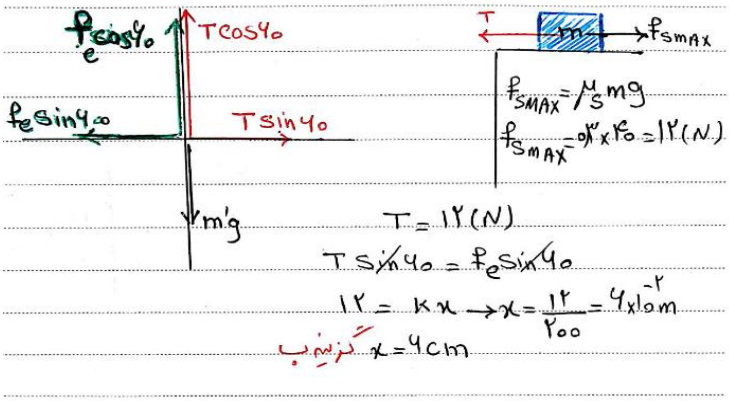
$$F' = m_۲.a = ۴ \times ۴ = ۱۶N$$



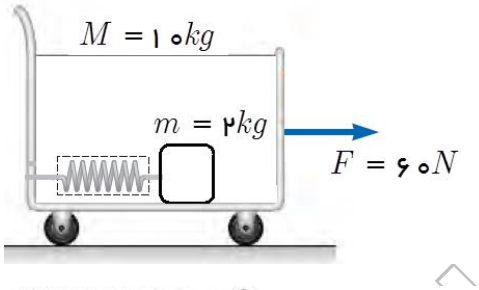
و چون $F' < f_{s\max}$ است، در نتیجه دو جسم روی یکدیگر ساکن می‌ماند و اصطکاک بین آنها $f_s = ۱۶N$ است.

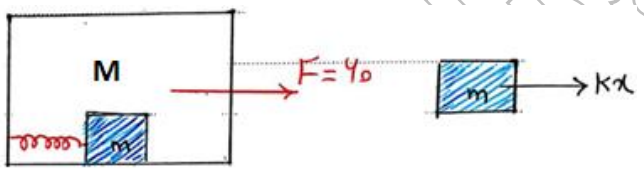
۱۰۹-درشکل مقابل، دستگاه درآستانه حرکت است.جرم نخ،فنر و قرقره و اصطکاک بین نخ و قرقره ناچیزاست. تغییر طول فنر چند سانتیمتر است؟





۱۱۰-در شکل مقابل،وزنه m توسط فنربدون جرمی به طول $۱۰cm$ به بدنه داخلی ارابه‌ای به جرم M اتصال دارد. اگرارابه با نیروی F برروی سطح افقی به حرکت درآید،طول فنرچه تغییری می‌کند؟ (اصطکاک ناچیز فرض شود و $K = ۵۰۰\frac{N}{m}$)





پاسخ: تمام سطوح بدون اصطکاک اند.

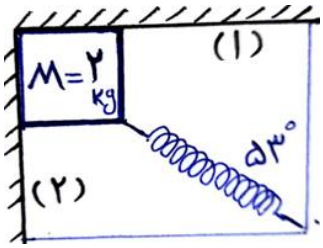
$$F = (M+m)a \Rightarrow a = \frac{۶۰}{۱۲} = ۵\frac{m}{s^۲}$$

$$kx = ma \Rightarrow x = \frac{kx}{m} = \frac{۲\times ۵}{۵۰۰} = ۰/۰۲m = ۲cm$$

فنر متصل به ارابه جلو می‌آید و طول آن کاهش می‌یابد.

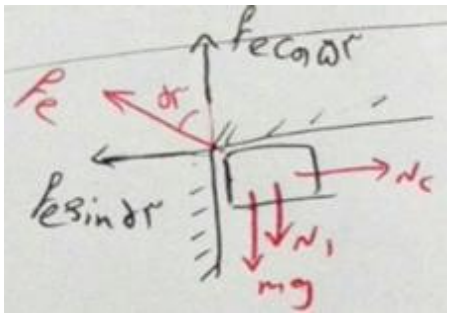
$$x = l - l_۰ = ۱۰ - ۲ = ۸cm$$

۱۱۱-وزنه M توسط فنری با ثابت $K = ۵۰۰\frac{N}{m}$ به دو دیوار (۱) و(۲) فشرده شده است، به طوری که طول فنر $۱۰cm$ از طول طبیعی‌اش کمتر است. نیروی عمودی تکیه گاه دیوار (۱) و (۲) بترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



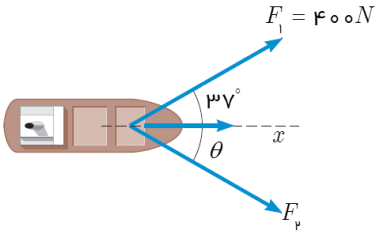
۱) ۴۰ ـ ۱۰
۲) ۴۰ ـ ۳۰
۳) ۱۰ ـ ۴۰
۴) ۳۰ ـ ۲۰

پاسخ: **شرط تعادل** $\begin{cases}\sum F_x = ۰\\ \sum F_y = ۰\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}N_۲ = F_e \sin ۵۳^\circ\\ N_۱ + mg = F_e \cos ۵۳^\circ\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}N_۲ = ۵ \times ۰/۸ = ۴۰N\\ N_۱ + ۲۰ = ۵ \times ۰/۶\end{cases} \Rightarrow N_۱ = ۱۰N$

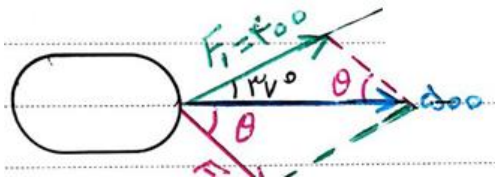


نیروی فنر را F_e می‌نامیم که برابر است با: $F_e = k.\Delta x = ۵۰۰ \times ۰/۱ = ۵۰N$

۱۱۲-قایقی به جرم $۱۰۰۰kg$ با شتاب $۰/۵\frac{m}{s^۲}$ مطابق شکل، تحت تاثیر اعمال دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$ بر روی محور x به سمت شرق حرکت می کند. زاویه‌ی مجهول چند درجه است؟



پاسخ: $F_T = ma = ۵۰۰N$

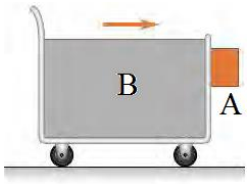


$$\frac{۴۰۰}{\sin\theta} = \frac{۵۰۰}{\sin(۳۷ + \theta)} \Rightarrow ۵\sin\theta = ۴(\sin ۳۷^\circ \times \cos\theta + \cos ۳۷^\circ \times \sin\theta) \Rightarrow$$

$$۱/۸\sin\theta = ۲/۴\cos\theta \Rightarrow \tan\theta = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \theta = ۵۳^\circ$$

۱۱۳-الف)مطابق شکل، کمترین شتاب حرکت ارابه چقدر باشد؛ تا جسم A به جرم m به پایین سقوط نکند؟(ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم A و ارابه μ_s می‌باشد.)

ب) اگر شتاب از مقدار به دست آمده بیشتر شود، نیروی اصطکاک چه تغییری خواهد کرد؟

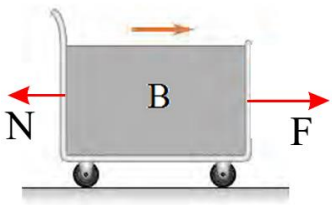


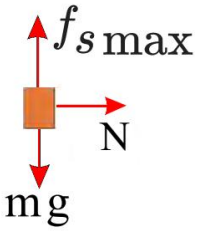
پاسخ: سطح افقی بدون اصطکاک است، پس داریم: $F=(m_A+m_B)a$

برای آنکه جسم A به پایین نلغزد، باید $N=m_Aa$

و نیروی وزن آن برابر نیروی اصطکاک ایستایی شود. $f_{s\max}=\mu_sm_Aa=m_Ag$

F و a وقتی کمترین مقدار را دارند که m_A در آستانه حرکت به سمت پایین باشد. $a=\frac{g}{\mu_s}$





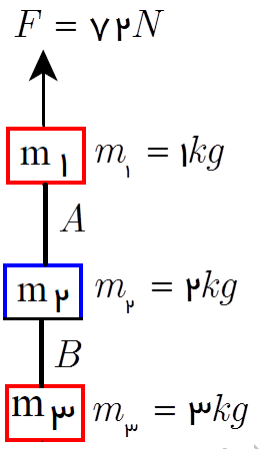
ب)با افزایش شتاب، نیروی عمودی سطح $(N=m_Aa)$ افزایش یافته و در نهایت نیروی اصطکاک در آستانه‌ی حرکت زیاد می‌شود.

۱۱۴-مطابق شکل زیر، نیروی قائم $F=۷۲N$ بر جسم $m_۱$ وارد می‌شود. اگر جرم نخ‌ها ناچیز باشد.

الف) شتاب حرکت دستگاه؟

ب)نسبت اندازه‌ی نیروی کشش نخ $\frac{T_A}{T_B}$ ؟

ج) نیروی برآیند وارد بر $m_۲$ ؟



پاسخ: الف) $a=\frac{good-bad}{m_T}=\frac{F-(m_۱+m_۲+m_۳)g}{m_۱+m_۲+m_۳}=\frac{۷۲-۶\times۱۰}{۶}=۲\frac{m}{s^۲}$

ب) تناسب) هر نیرویی چه جرمی را بالا می‌کشد؟ $\frac{T_A}{۵}=\frac{T_B}{۳}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۵}{۳}$

ج)روش اول) $F_{T_۲}=m_۲a=۲\times۲=۴N$

روش دوم) شما بگید؟

۱۱۵-درستی و نادرستی جملات زیر را تعیین کنید:

۱- تکانه‌ی یك جسم به جرم و سرعت آن بستگی دارد.

۲- تکانه‌ی یك جسم همواره در جهت سرعت آن است.

۳- تغییر تکانه یك جسم در یك بازه‌ی زمانی، با برایند نیروی متوسطی که در این مدت بر جسم اثر می‌کند برابر است.

۴- هر چه مدت زمان اثر نیرو بر جسمی بیشتر باشد، تغییر تکانه‌ی آن نیز بیشتر خواهد بود.

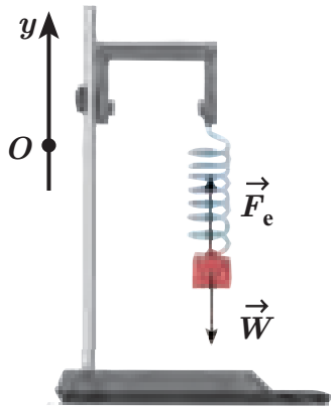
۵- جسمی در حال سقوط آزاد است. تغییر تکانه‌ی این جسم در واحد زمان، ثابت و برابر با نیروی وزن آنست.

۶- جسمی را در هوا رها کرده، سقوط می‌کند. تغییر تکانه‌ی این جسم در ثانیه های متوالی ثابت است.

پاسخ :۱ - درست ۲ - درست ۳ - درست ۴ - درست ۵ - درست ۶ - نادرست (در هوا)

۱۱۶-الف) آزمایشی را طراحی کنید، که بتوان ضریب ثابت فنر را تعیین کرد ؟

ب) آیا فنری که ثابت بیشتری دارد ، سخت تر است ؟



پاسخ: با استفاده از قانون هوک که نیروی کشسانی متناسب با تغییر طول فنر است ، ابتدا طول عادی فنر را با خط کش یا متر و جرم فنر را اندازه می‌گیریم و فنر را با قلاب از جای ثابتی بصورت عمود آویزان می‌کنیم از چند وزنه با جرمهای مختلف استفاده می‌کنیم و هر کدام را بطور جداگانه از فنر آویز کرده و تغییر طول فنر را اندازه میگیریم و از رابطه ی $kx = mg$ مقدار k را محا سبه می‌کنیم. البته در جایگذاری جرم ، جرم فنر و وزنه را باید جمع کنیم و در نهایت از مقادیر به دست آمده برای ثابت فنر میانگین می‌گیریم.

روش دوم:

الف) طول اولیه فنری را با خط کش اندازه گیری می‌کنیم (x_1) سپس وزنه ای با جرم مشخص را به فنر آویزان می‌کنیم و طول ثانویه فنر (x_2) را نیز با خط کش می‌خوانیم در نهایت از رابطه $k(x_2 - x_1) = mg$ ضریب ثابت فنر بدست می آید.

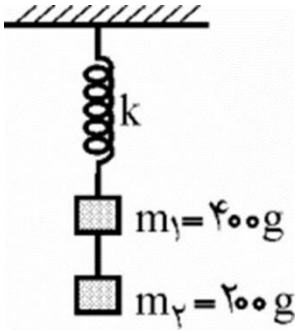
ب) بله ، با افزایش ضریب ثابت فنر سختی فنر نیز زیاد می‌شود.

۱۱۷-جسمی به جرم $10kg$ را با نیروی افقی $100N$ بر روی یك سطح افقی با شتاب $5\frac{m}{s^2}$ به حرکت درآورده‌ایم. تغییر تکانه‌ی این جسم در مدت ۵ ثانیه چقدر است؟ (مسئله ممکن است دارای اطلاعات اضافی باشد.)

روش اول:
$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 5 \times 5 = 25\frac{m}{s}$$
$$\Delta P = m.\Delta v = 10 \times (25 - 0) = 250\frac{kg.m}{s}$$

روش دوم:
$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = ma \Rightarrow \frac{\Delta P}{5} = 10 \times 5 \Rightarrow \Delta P = 250$$

۱۱۸- دو وزنه که بانخ به هم متصل شده‌اند، به فنر سبکی که به سقف بسته شده است،آویزان شده و درحال تعادل‌اند.نخ بین دو وزنه را پاره می‌کنیم. شتاب حرکت وزنه m_1 بلافاصله بعد از پاره شدن نخ،چقدر و درجهتی است؟



پاسخ: نیروی فنر قبل از پاره شدن $F=(m_1+m_2)g=(0/4+0/2)\times 10=6N$

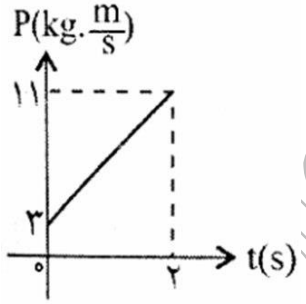
بعد از پاره شدن نخ داریم: $m_1g-F=m_1a \Rightarrow 4-6=0/4a \Rightarrow a=\frac{-2}{0/4}=-5\frac{m}{s^2}$

شتاب حرکت وزنه در خلاف نیروی وزن و به سمت بالاست.

۱۱۹- در یک مسابقه پرش با نیزه، ورزشکار از مانع پرش با ارتفاع $6m$ بدون خطا عبورمی کند. نقش تشک را درجلوگیری ازآسیب رسیدن به ورزشکارمورد بحث و بررسی قراردهید.

پاسخ: در صورتی که از تشک استفاده نشود در مدت زمان بسیار کوچکی تکانه ی ورزشکار تغییر می‌کند و نیروی بسیار بزرگی از طرف ورزشکار بر زمین و عکس العمل آن نیز از طرف زمین بر ورزشکار وارد می‌شود. در صورت استفاده از تشک مدت زمان تغییر تکانه افزایش می‌یابد در نتیجه مقدار نیروی وارده بسیار کاهش می‌یابد. مشابه این اتفاق در ایر بگ اتومبیل نیز اتفاق می افتد. $F=\frac{\Delta P}{\Delta t}$

۱۲۰- نمودار تکانه- زمان (اندازه ی حرکت - زمان) جسمی به جرم $8kg$ مطابق شکل است . شتاب حرکت این جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) $3/5$ ۲) $1/5$

۳) ۱ ۴) $0/5$

پاسخ:

$\Delta P=P_2-P_1=11-3=8\frac{kg.m}{s}$

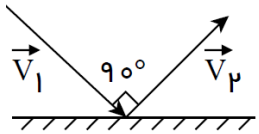
$F_T=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{8}{2}=4N$ $\quad F_T=ma \Rightarrow 4=8a \Rightarrow a=0/5\frac{m}{s^2}$

۱۲۱- معادله تکانه جسمی به جرم $0/5kg$ در SI به صورت $P=t^2-10t+20$ است. نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه‌ی $t_1=5s$ تا $t_2=7s$ چند نیوتن است؟ (سراسری خارج از کشور تجربی-۹۳)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

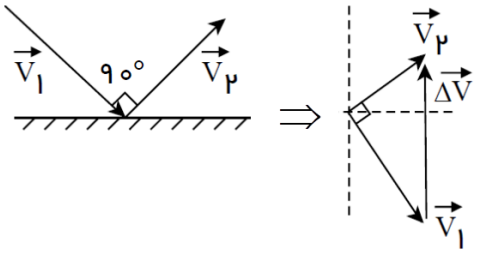
پاسخ: $F=\frac{dP}{dt}=۲t-۱۰\xrightarrow{t=۶s}F=۲\times۶-۱۰=۲N$

۱۲۲- گلوله‌ای به جرم $۱kg$ مطابق شکل زیر، با سرعت $V_۱=۴\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کرده و با سرعت $V_۲=۳\frac{m}{s}$ از زمین جدا می‌شود. تغییر تکانه گلوله بر حسب کیلوگرم متر بر ثانیه کدام است؟ (آزمون قلم‌چی- ۹۵)



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۷

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است. تکانه کمیتی برداری است، پس در محاسبه‌ی آن باید $\Delta\vec{V}$ را به صورت برداری در فرمول جایگذاری کرد، نه به صورت مفهوم عددی تغییر سرعت.



$$\left|\Delta\vec{V}\right|=\sqrt{\left|V_۱^۲\right|+\left|V_۲^۲\right|}\Rightarrow\left|\Delta\vec{V}\right|=۵\frac{m}{s}\Rightarrow\Delta\vec{P}=m\times\Delta\vec{V}\Rightarrow$$
$$\Delta\vec{P}=۱\times۵=۵\frac{kg.m}{s}$$

۱۲۳- معادله‌ی تکانه‌ی جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، بر حسب زمان در SI به صورت $P=۲t^۲-۱۴t+۲۴$ است. اگر این جسم از لحظه‌ی $t=۰$ شروع به حرکت کرده باشد، در چند ثانیه از زمان حرکت خود دارای حرکتی کندشونده است؟ (آزمون قلم‌چی- ۹۴)

۱) ۲/۵
۲) ۳
۳) ۳/۵
۴) ۴

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است. هرگاه $av>۰$ یا $FP>۰$ باشد، تند شونده و هرگاه $av<۰$ یا $FP<۰$ باشد، کند شونده خواهد بود.

$$P=۲t^۲-۱۴t+۲۴=۰\Rightarrow۲(t^۲-۷t+۱۲)=۰\Rightarrow(t-۳)(t-۴)=۰\Rightarrow t_۱=۳s,t_۲=۴s$$
$$F=\frac{dP}{dt}=۴t-۱۴=۰\Rightarrow t=۳/۵s$$

t (s)		۳		۳/۵		۴	
P	+	۰	−		−	۰	+
F	−		−	۰	+		+
نوع حرکت	−	۰	+	۰	−	۰	+
	کند شونده		تند شونده		کند شونده		تند شونده

بنابراین در مجموع به مدت $\Delta t=۳+۰/۵=۳/۵s$ حرکت متحرک کندشونده است.

۱۲۴- معادله تکانه جسمی در SI که بر روی محور x حرکت می‌کند، به صورت $P = t^۲ - ۲t - ۳$ است. نوع حرکت از لحظه‌ی $t = ۰$ تا $t = ۳s$ کدام است؟

۱) همواره کندشونده **۲) همواره تندشونده**

۳) ابتدا کندشونده، سپس تندشونده **۴) ابتدا تندشونده، سپس کندشونده**

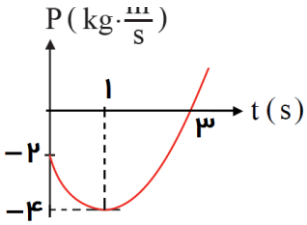
پاسخ: هرگاه $av > ۰$ یا $FP > ۰$ باشد، تندشونده و هرگاه $av < ۰$ یا $FP < ۰$ باشد، کندشونده خواهد بود.

$$P = t^۲ - ۲t - ۳ = ۰ \Rightarrow t_۱ = -۱, t_۲ = ۳s$$

$$F = \frac{dP}{dt} = ۲t - ۲ = ۰ \Rightarrow t = ۱s$$

t		-۱		۱		۳	
P	$+$	۰	$-$		$-$	۰	$+$
F	$-$		$-$	۰	$+$		$+$
$F.P$	$-$		$+$		$-$		$+$
			تندشونده		کندشونده		

روش دوم: با رسم نمودار $P-t$ داریم:



از لحظه‌ی $t = ۰$ تا $t = ۱s$ قدرمطلق P در حال افزایش (معادل V)، پس تندشونده؛ از لحظه‌ی $t = ۱s$ تا $t = ۳s$ قدرمطلق P در حال کاهش (معادل V) پس کندشونده است.

یادآوری: از محور زمان دور شویم، تندشونده به محور زمان نزدیک شویم کندشونده است

۱۲۵- جرم جسمی ثابت است. اگر تکانه آن تغییر کرده باشد، کدام مطلب در مورد آن درست است؟

۱- سرعت و انرژی جنبشی آن الزاما ثابت مانده است.

۲- سرعت و انرژی جنبشی آن الزاما تغییر کرده است.

۳- انرژی جنبشی آن تغییر کرده ولی سرعت آن ممکن است ثابت مانده باشد.

۴- سرعت آن تغییر کرده ولی انرژی جنبشی آن ممکن است ثابت مانده باشد.

پا سخ :گزینه ۴ صحیح ا ست. زیرا با تغییرات تکانه با ثابت بودن جرم ، سرعت ج سم نیز تغییر می‌کند ولی انرژی جنب شی می‌تواند ثابت باشد .