



## درست و نادرست

- درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

۱. نیروی وارد بر یک جسم می‌تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر شکل آن شود.
۲. فضاپیمایی با موتور خاموش که در فضا و دور از ستاره‌ها و سیارات دیگر در حال حرکت است، با حرکتی شتاب‌دار به حرکت خود ادامه می‌دهد.
۳. پون نیرویی بر آن وارد نمی‌شود جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند.
- نیروها در طبیعت همواره به‌صورت زوج وجود دارند.
۴. منظور از این سوال این است که نیروها همواره به صورت عمل و عکس العمل وجود دارند.
- واکنش نیروی وزن، نیرویی است که در خلاف جهت آن از طرف جسم به زمین وارد می‌شود. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)
۵. برای جسمی که با تندی ثابت در مسیر منحنی حرکت می‌کند، نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند. (ریاضی دی ۱۴۰۱)
- در این حالت برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است.
۶. با توجه به قانون سوم نیوتون درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید. (تجربی شهریور ۹۹، مشابه تجربی خرداد ۹۸ خارج از کشور)
- ا) نیروی کنش و واکنش بر یک جسم اثر می‌کند.
- ب) نیروی کنش و واکنش یکدیگر را خنثی می‌کنند.
- پ) واکنش نیرویی که جسم (۱) بر جسم (۲) وارد می‌کند، بر جسم (۲) وارد می‌شود.
- ت) واکنش نیرویی که جسم (۱) بر جسم (۲) وارد می‌کند، بر جسم (۱) وارد می‌شود.
۷. وزن یک جسم در سطح زمین بیشتر از وزن آن روی کره‌ی ماه است.
۸. نیروی مقاومت شاره به بزرگی سطح مقطع جسم بستگی ندارد.
۹. واکنش نیروی وزن یک جسم در نزدیکی زمین به زمین وارد می‌شود.
۱۰. نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است.
۱۱. لختی، به خاصیتی در اجسام می‌گویند که می‌خواهند وضعیت حرکت خود را حفظ کنند.
۱۲. با پاره شدن کابل آسانسور و سقوط آن در خلأ، شتاب حرکت آسانسور صفر خواهد شد. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)
- شتاب حرکت در این شرایط برابر با شتاب گرانش زمین خواهد بود.
۱۳. با افزایش تندی یک جسم با ابعاد معین در داخل یک شاره، نیروی مقاومت شاره بیشتر می‌شود. (ریاضی شهریور ۱۴۰۲)
۱۴. یک نیوتون، نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک گرم، شتابی معادل  $1\text{m/s}^2$  می‌دهد.
- یک نیوتون، نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی معادل  $1\text{m/s}^2$  می‌دهد.
۱۵. نیروی کنش و واکنش با هم برابر و از یک نوع‌اند و همواره بر دو جسم وارد می‌شوند.
۱۶. نیروی عمودی تکیه‌گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد، به‌صورت موازی با سطح وارد می‌شود.
- نیروی عمودی سطح، عمود بر سطح بر جسم وارد می‌شود.

۱۷. نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی عمودی سطح متناسب است.
- توجه کنید که **بیشینه** نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی عمودی سطح متناسب است و نیروی اصطکاک ایستایی با زیاد شدن نیروی عمودی سطح ممکن است تغییری نکند.
۱۸. بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی، با نیروی عمودی سطح متناسب است.
۱۹. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس دو جسم بستگی دارد.
۲۰. نیروی اصطکاک جنبشی با نیروی عمودی سطح متناسب است.
۲۱. در نمودار نیروی کشسانی بر حسب اندازه تغییر طول هرچه ثابت فنر کمتر باشد شیب نمودار بیشتر است.
- (ریاضی دی ۱۴۰۱)



هرچه ثابت فنر بیشتر باشد، شیب نمودار بیشتر و فنر سخت تر است.

۲۲. در مسابقه‌ی پرش با نیزه، تشک زمان تأثیر نیرو بر ورزشکار را کاهش می‌دهد. (ریاضی خرداد ۹۶)
- زمان تأثیر نیرو را افزایش می‌دهد.
۲۳. تکانه‌ی یک جسم هم جهت با سرعت آن است. (ریاضی شهریور ۹۴)
۲۴. به لحاظ فیزیکی برای متوقف کردن یک جسم در زمان معین هرچه تکانه بیشتر باشد باید نیروی بیشتری به آن وارد کرد. (ریاضی دی ۱۴۰۱)
۲۵. یکای تکانه در SI، نیوتون متر است.
- یکای تکانه در SI، کیلوگرم متر بر ثانیه است.
۲۶. اگر انرژی جنبشی یک جسم که جرم آن ثابت است ۴ برابر شود، تکانه‌ی آن ۲ برابر می‌شود.

## جای خالی

- جاهای خالی را در جمله‌زیر با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید.
۱. برهم کنش متقابل دو جسم بر یکدیگر را ...**نیرو**... می‌گوییم.
  ۲. شتاب ایجادشده توسط یک نیروی خالص، با جرم جسم نسبت ...**وارون**... دارد.
  ۳. نیروی مقاومت شاره بر یک جسم، به بزرگی و...**تندی**... بستگی دارد.
  ۴. نیروی عمودی تکیه‌گاه از طرف سطح، در راستای ...**عمود**... سطح بر جسم وارد می‌شود.
  ۵. جهت وزن همواره به طرف ...**مرکز زمین**... است.
  ۶. در سقوط آزاد نیروی عمودی سطح ...**صفر**... است.
  ۷. اگر جسمی را روی یک سطح بلغزانیم یا تلاش کنیم که آن را بلغزانیم، حرکت آن بر اثر اتصال بین جسم و سطح با مقاومتی روبه‌رو می‌شود. این مقاومت را ...**نیروی اصطکاک**... می‌نامند.
  ۸. به نیروی اصطکاک وارد بر جسم ساکن، نیروی اصطکاک ...**ایستایی**... می‌گویند.
  ۹. آزمایش نشان می‌دهد که نیروی کشسانی فنر با جابه‌جایی آن رابطه‌ی ...**مستقیم**... دارد.



۱۰. یکای ثابت فنر در SI، ... نیوتن بر متر ... است.
۱۱. آزمایش نشان می‌دهد که بیشینه‌ی اصطکاک ایستایی با اندازه‌ی نیروی ... عمودی سطح ... متناسب است.
۱۲. نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت ... مستقیم ... و با مربع فاصله‌ی بین آن‌ها از یکدیگر نسبت ... وارون ... دارد.
۱۳. دو ذره با جرم‌های  $m_1$  و  $m_2$  در فاصله‌ی  $r$  از هم قرار دارند. اگر فاصله‌ی بین دو ذره را نصف کنیم، نیروی گرانشی که دو ذره بر هم وارد می‌کنند ... ۴ ... برابر می‌شود.
۱۴. با ۳ برابر کردن فاصله‌ی میان دو ذره، اندازه‌ی نیروی گرانشی بین آن‌ها ...  $\frac{1}{9}$  ... برابر می‌شود.

## تعریف کنید.

- قانون اول نیوتون:  
یک جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آنکه نیروی خالصی (غیرصفر) به آن وارد شود.
- قانون دوم نیوتون:  
هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.
- قانون سوم نیوتون:  
هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا اما در خلاف جهت وارد می‌کند.
- نیروی مقاومت شاره:  
وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند.
- تندی حدی:  
وقتی جسمی سقوط می‌کند پس از مدتی نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن جسم با هم برابر می‌شوند پس از این حرکت جسم با تندی ثابتی ادامه پیدا می‌کند که به آن تندی حدی می‌گویند.

- نیروی عمودی تکیه‌گاه:

نیروی هم اندازه با وزن جسم و بر خلاف جهت وزن که عمود بر سطح از طرف سطح به جسم وارد می‌شود و نیروی وزن را فنتی می‌کند.

- نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه:

وقتی جسمی که روی سطح قرار دارد تحت اثر نیرویی قرار می‌گیرد نیروی اصطکاک سطح در مقابل حرکت مقاومت می‌کند. با افزایش نیرو به میزان کافی به جایی می‌رسیم که جسم در آستانه‌ی حرکت قرار گرفته است. در این حالت اصطکاک ایستایی بیشینه‌ی مقدار خود را دارد.

- قانون گرانش عمومی:

نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصلضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آن‌ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

## گزینه مناسب را انتخاب کنید.

۱. نیروی کمیتی...**برداری**... (برداری- نرده‌ای) می‌باشد و یکای آن در SI،...**نیوتن**... (نیوتن- کیلوگرم) است.
۲. نیروی وارد بر یک کشتی در حال حرکت، متوازن‌اند. در این صورت کشتی با...**سرعت**... (سرعت- شتاب) ثابت حرکت می‌کند. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)
۳. وقتی به جسمی که در حال حرکت است نیرویی وارد نشود، جسم با...**سرعت ثابت**... (سرعت ثابت- شتاب ثابت) به حرکت خود ادامه می‌دهد.
۴. با یک نیروی خالص ثابت وارد بر جسم، هر چه جرم جسم بیشتر باشد، شتاب جسم...**کمتر**... (بیشتر- کمتر) است.
۵. براساس قانون سوم نیوتن، نیرویی که دو جسم بر یکدیگر وارد می‌کنند، هم‌اندازه، هم‌راستا و...**خلاف جهت**... (هم‌جهت با- در خلاف جهت) یکدیگرند.
۶. نیروی گرانشی‌ای که از طرف مرکز زمین بر جسم روی زمین وارد می‌شود، نیروی...**وزن**... (وزن- عمودی سطح) نامیده می‌شود.
۷. جرم یک جسم در مکان‌های مختلف ... **ثابت است**... (ثابت است- تغییر می‌کند).
۸. بزرگی نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم به تندی جسم... **بستگی دارد**... (بستگی دارد- بستگی ندارد).
۹. چتربازی اندکی پس از یک پرش آزاد چترش را باز می‌کند و پس از مدتی به تندی حدی خود می‌رسد، در این حالت نیروی مقاومت هوا که به چتر وارد می‌شود برابر با ... **نیروی وزن**... (صفر- نیروی وزن) است. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)
۱۰. واکنش نیروی عمودی سطح به جسمی که روی آن قرار دارد به...**سطح**... (جسم- سطح) وارد می‌شود.
۱۱. ضریب اصطکاک ایستایی یکا...**ندارد**... (ندارد- دارد).
۱۲. معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح...**کمتر**... (کمتر- بیشتر) از ضریب اصطکاک ایستایی بین آن دو سطح است.
۱۳. نیروی اصطکاک جنبشی به... **مساحت سطح تماس دو جسم**... (ضریب اصطکاک جنبشی- مساحت سطح تماس دو جسم) بستگی ندارد. (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)



۱۴. مسافتی که خودرو از لحظه دیدن مانع تا ترمز گرفتن طی می‌کند مسافت ... **واکنش** ... (واکنش - ترمز) نام دارد. (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)
۱۵. نیروی کشسانی فنر همواره در ... **خلاف جهت** ... (جهت - خلاف جهت) جابه‌جایی فنراست.
۱۶. یک نیوتون بر سانتی‌متر ... **صد برابر** ... (صد برابر - ده برابر) یک نیوتون بر متر است.
۱۷. تکانه کمیتی ... **برداری** ... (ترده‌ای - برداری) است.
۱۸. با ثابت ماندن جرم اگر سرعت جسمی کاهش یابد، تکانه‌ی آن ... **کاهش** ... (افزایش - کاهش) می‌یابد.
۱۹. اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، تکانه‌ی جسم ... **ثابت می‌ماند** ... (ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد).
۲۰. نیروی خالص ثابت وارد بر جسم برابر با تغییر ... **تکانه** ... (سرعت - تکانه) جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است. (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)
۲۱. مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان برای یک جسم معرف ... **تغییر تکانه** ... (تغییر تکانه - شتاب) است.
۲۲. انرژی جنبشی یک جسم با ... **مربع تکانه** ... (مربع تکانه - جذر تکانه) آن متناسب است.
۲۳. در چرخش زمین به دور خودش، دوره‌ی گردش نقاط روی سطح زمین ... **۲۴ ساعت** ... (۲۴ ساعت - ۱۲ ساعت) است.
۲۴. با افزایش ارتفاع از سطح زمین، وزن یک جسم ... **تغییر می‌کند** ... (تغییر می‌کند - ثابت می‌ماند). (ریاضی خرداد ۱۴۰۲)
۲۵. جرم زمین تقریباً ۸۰ برابر جرم ماه است، نیروی گرانشی زمین بر ماه ... **برابر** ... (برابر - نابرابر) با نیروی گرانشی ماه بر زمین است. (تجربی خرداد ۱۴۰۲)

## توضیحی تشریحی

۱- با رسم شکل نیروهایی که در یک کشتی همدیگر را خنثی می‌کنند بنویسید.



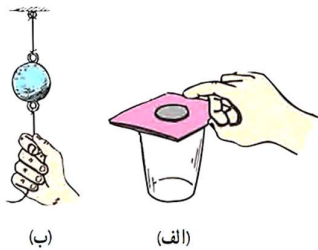
- نیروی شناوری و نیروی وزن هم‌اندازه و در خلاف جهت هم هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین کشتی در راستای عمودی حرکت نمی‌کند.
- نیروی پیشران و نیروی مقاومت نیز در خلاف جهت یکدیگر هستند و یکدیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین حرکت کشتی با سرعت ثابت پیش می‌رود.

۲- در فیلمی علمی-تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.

نیر- زیرا طبق قانون اول نیوتن، اگر به جسمی نیرویی وارد نشود، جسم وضعیت سکون یا حرکت خود را حفظ می‌کند. در این مثال چون با از کار افتادن موتور کشتی نیروی پیشران صفر شده و نیروی مقاومی هم وجود ندارد. کشتی با سرعت قبلی خود به حرکتش ادامه می‌دهد.

۳- در شکل های زیر:

الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟  
ب) چرا در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟



الف) وقتی مقوا را به آرامی می‌کشیم سکه و مقوا با هم حرکت می‌کنند که گویی یک جسم اند. ولی با حرکت سریع مقوا، در یک لحظه سکه از مقوا جدا شده و نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن صفر می‌شود. در نتیجه طبق قانون اول نیوتن، چون نیرویی به سکه

وارد نمی‌شود تمایل دارد حالت سکون خود را حفظ کند و همراه با مقوا حرکت نمی‌کند تا زمانی که مقوا به طور کامل از زیر آن کشیده شده و با حذف نیروی عمودی تکیه‌گاه، نیروی گرانش سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود.

ب) هنگامی که به آرامی نیرو را زیاد می‌کنیم، نیروی دست ضعیف و نیروی وزن گوی بر نیروی کشش نخ بالایی غلبه کرده و آن را پاره می‌کنند. اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نیروی دست ما فرصت انتقال به گوی و نخ بالایی را ندارد و از آنجایی که به گوی نیرویی وارد نمی‌شود، لقی باعث می‌گردد گوی حرکتی نکند و نیروی دست فقط به نخ پایینی وارد شده و آن را پاره می‌کند.

۴-۴ مورد از نیروهای کنش و واکنش را نام ببرید.

- وزن اجسام: نیروی گرانشی که کره‌ی زمین به جسم وارد می‌کند و متقابلاً جسم بر زمین وارد می‌کند.
- کوبیدن میخ با چکش: نیرویی که چکش بر میخ وارد می‌کند و متقابلاً میخ بر چکش وارد می‌کند.
- نیرویی الکتریکی که دو ذره‌ی باردار بر هم وارد می‌کنند.
- نیرویی مغناطیسی که دو آهن‌ریا بر هم وارد می‌کنند.



۵- خودرویی در یک جاده مستقیم حرکت می‌کند. اگر سرنشینان خودرو کمربند ایمنی نبسته باشند و راننده ناگهان ترمز کند، چرا سرنشینان خودرو به طرف جلو پرتاب (متمایل) می‌شوند؟ (ریاضی خرداد ۱۴۰۰، مشابه تجربی خرداد ۹۹ خارج از کشور)

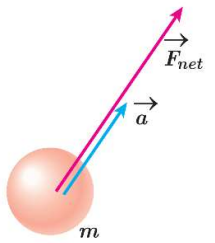
طبق قانون اول نیوتن و خاصیت لختی، سرنشینان خودرو تمایل دارند حرکت رو به جلوی خود را حفظ کنند. بنابراین با ترمز ناگهانی خودرو، سرنشینان به طرف جلو پرتاب می‌شوند.

۶- مفهوم لختی را بنویسید.

خاصیتی در اجسام که میل دارند وضعیت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن‌ها صفر است حفظ کنند لختی می‌گویند.

۷- استنباط خود را از مشاهده‌ی شکل روبه‌رو بنویسید.

شتاب حرکت اجسام در جهت نیروی خالص وارد بر آن‌ها است.



۸- چگونگی حرکت یک شناگر در آب را با توجه به قانون سوم نیوتون توضیح دهید.

شناگر به آب نیروی رو به عقب وارد می‌کند و آب نیز واکنش این نیرو را به شناگر رو به جلو وارد می‌کند.

۹- شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟

به طور کلی زمانی یک جسم در اثر نیروهایی که به آن وارد می‌شوند حرکت می‌کند که برآیند نیروها مخالف صفر باشند. درست است که جعبه نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت  $F$  به شخص وارد می‌کند که این نیرو به شخص وارد می‌شود و به جعبه وارد نمی‌شود. بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جعبه صفر نیست و جسم حرکت می‌کند.

۱۰- نیروی مقاومت شاره به چه عواملی بستگی دارد؟

بزرگی جسم و تندی حرکت آن

### ۱۱- هر یک از موارد زیر مربوط به کدام قانون نیوتون می‌باشد؟

- (آ) حرکت سفینه‌ای که به اندازه‌ی کافی از زمین دور شده و به سیارات دیگر نیز نزدیک نمی‌باشد، در این حالت سفینه با موتور خاموش به راه خودش ادامه می‌دهد.
- (ب) شتاب یک جسم در جهت نیروی خالص وارد بر آن است.
- (پ) اگر با یک چکش به میخ ضربه بزنیم، چکش به میخ و میخ به چکش نیرو وارد می‌کند. (مشابه تجربی شهرپور ۹۹)
- (ت) در حرکت رو به جلوی خودرو، چرخ‌ها زمین را به طرف عقب هل می‌دهند و زمین به چرخ‌ها به سمت جلو نیرو وارد می‌کند.
- (ث) هر گاه جسمی به جسم دیگر نیز وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول هم‌اندازه و هم‌راستا اما در خلاف جهت نیرو وارد می‌کند. (تجربی شهرپور ۹۹، مشابه تجربی خرداد ۹۸ خارج از کشور)
- (ج) یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند، مگر نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود. (تجربی شهرپور ۹۹، مشابه تجربی خرداد ۹۸ خارج از کشور)

(آ) قانون اول نیوتن

(ب) قانون دوم نیوتن

(پ) قانون سوم نیوتن

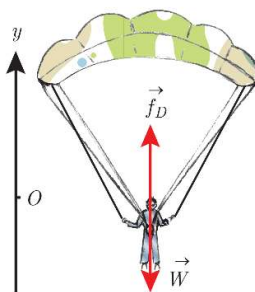
(ت) قانون سوم نیوتن

(ث) قانون سوم نیوتن

(ج) قانون اول نیوتن

### ۱۲- چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را

مشخص و تعیین کنید، واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟ (تجربی خرداد ۹۸)



واکنش نیروی مقاومت هوا به هوا وارد می‌شود. هم‌پنین واکنش نیروی

وزن به زمین وارد می‌شود.

### ۱۳- در هر یک از حالت‌های زیر، عددی را که ترازوی فنری نشان می‌دهد با وزن شخص مقایسه کنید.

(الف) آسانسور به طرف بالا شروع به حرکت کند.

(ب) آسانسور به طرف پایین شروع به حرکت کند.

(پ) آسانسور در حالی که به طرف بالا حرکت می‌کند، متوقف شود.

(ت) آسانسور در حالی که به طرف پایین حرکت می‌کند، متوقف شود.





در حل این سوال جهت رو به بالا را مثبت فرض می‌کنیم.

الف) چون آسانسور شروع به حرکت می‌کند، سرعت در حال افزایش و شتاب حرکت مثبت است:

$$F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g + a)$$

عددی که ترازو نشان می‌دهد بیشتر از وزن شخص است.

ب) در این حالت شتاب رو به پایین و منفی است:

$$F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g - a)$$

عددی که ترازو نشان می‌دهد کم‌تر از وزن شخص است.

پ) چون آسانسور متوقف می‌شود سرعت در حال کاهش و شتاب حرکت جسم رو به پایین و منفی است.

$$F_N - mg = -ma \rightarrow F_N = m(g - a)$$

عددی که ترازو نشان می‌دهد کم‌تر از وزن شخص است.

ت) چون آسانسور متوقف می‌شود شتاب حرکت رو به بالا و مثبت است. جهت مثبت را رو به بالا فرض کرده‌ایم:

$$F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g + a)$$

۱۴- براساس قانون سوم نیوتون و آن چه از اصطکاک آموختید، توضیح دهید راه رفتن با شروع از حالت سکون چگونه انجام می‌شود؟

وقتی ما شروع به حرکت می‌کنیم، پاهایمان نیرویی رو به عقب به زمین وارد می‌کنند. طبق قانون سوم نیوتن، زمین هم نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت به پای ما وارد می‌کند و باعث حرکت ما به سمت جلو می‌گردد. این نیرو، نیروی اصطکاک ایستایی نام دارد.

۱۵- چرا راه رفتن روی یک سطح سر مانند سطح یخ به سختی ممکن است؟

روی یک سطح سر و لغزنده ناهمواری‌های کم‌تری وجود دارد و بنابراین ضریب اصطکاک بین پا و سطح و در نتیجه نیروی اصطکاک کمتر است. یعنی نیروی کمتری ما را به سمت جلو هل می‌دهد.

۱۶- ضریب اصطکاک به چه عواملی بستگی دارد؟

جنس سطح تماس دو جسم - میزان زبری و نرمی

۱۷- ثابت فنر به چه عواملی بستگی دارد؟

به اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد.

۱۸- با چه وسیله‌ای نیرو را اندازه‌گیری می‌کنیم؟

نیروسنج

۱۹- آیا نیروهای کنش و واکنش یکدیگر را خنثی می‌کنند؟

خیر- نیروهای کنش و واکنش به یک جسم وارد نمی‌شوند و به دو جسم متفاوت وارد می‌شوند.

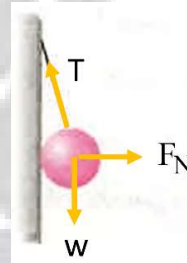
۲۰- آیا نیروی وزن یک جسم، به محل آن جسم بستگی دارد؟

بله- مثلاً به وزن اجسام در نزدیکی سطح زمین توجه کنید. هر چه از سطح زمین دورتر می‌شویم نیروی وزن کم‌تر می‌شود.

۲۱- مطابق شکل یک کره توسط کابلی از دیوار بدون اصطکاکی آویزان است. نیروهای وارد بر کره را رسم کنید و بنویسید که واکنش هر کدام از این نیروها بر چه جسمی وارد می‌شود؟ (تجربی شهریور ۹۰)



نیروهای وزن، عمودی سطح و کشش نخ بر جسم وارد می‌شوند. واکنش نیروی وزن به زمین، واکنش نیروی عمودی سطح به دیوار و واکنش نیروی کشش نخ به نخ وارد می‌شود.



۲۲- سیبی را در نظر بگیرید که به شاخه‌ی درختی آویزان است و سپس از درخت جدا می‌شود.

الف) با رسم شکل نیروهای وارد بر سیب را قبل و بعد از جدا شدن از درخت نشان دهید.

ب) در هر حالت واکنش این نیروها بر چه اجسامی وارد می‌شود؟

(الف)



$mg=T$

(سیب آویزان از درخت)

$mg > F_b$

(سیب در حال سقوط)

الف) سیب از درخت آویزان است:

۱- نیروی گرانشی که از طرف زمین به سیب وارد می‌شود (

$$W = mg$$

۲- نیروی کششی که از طرف شاخه به سیب وارد می‌شود. (T)

سیب از درخت جدا می‌شود:

۱- نیروی گرانشی که از طرف زمین به سیب وارد می‌شود. (W = mg)

۲- نیروی مقاومت هوا که به سیب وارد می‌شود. ( $F_b$ )



ب) سیب از درخت آویزان است:

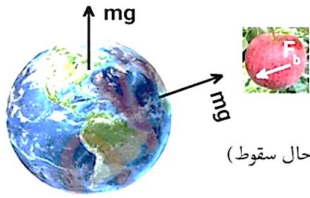


(سیب آویزان از درخت)

(ب)

- ۱- نیروی گرانشی که از طرف سیب به زمین وارد می‌شود.
- ۲- نیرویی کششی که از طرف سیب به شانه وارد می‌شود.

سیب از درخت جدا می‌شود:



(سیب در حال سقوط)

- ۱- نیروی گرانشی که از طرف سیب به زمین وارد می‌شود.
- ۲- نیرویی که از طرف سیب به مولکول‌ها هوا وارد می‌شود.

۲۳- شخصی روی یک نیروسنج ایستاده است و دست خود را روی میزی که کنار او قرار

دارد می‌گذارد. در هر کدام از موارد زیر عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، چگونه

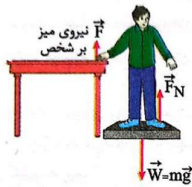
تغییر می‌کند؟



(آ) اگر شخص بر میز نیرویی به سمت پایین وارد کند.

(ب) اگر شخص بر میز نیرویی به سمت بالا وارد کند.

عددی که نیروسنج نشان می‌دهد همان نیروی عمودی سطح وارد بر شخص است.



(آ) اگر شخص بر میز نیرو وارد نکند، نیروسنج وزن شخص را نشان می‌دهد. اما اگر شخص بر

میز نیرویی به سمت پایین وارد کند طبق قانون سوم نیوتن میز بر شخص نیرویی هم

اندازه به طرف بالا وارد می‌کند. اگر این نیرو را با  $F$  نشان دهیم داریم:

$$F_N + F - mg = ma \xrightarrow{a=0} F_N = mg - F$$

(ب) اگر شخص بر میز نیرویی به سمت بالا وارد می‌کند طبق قانون سوم نیوتن میز بر شخص نیرویی به طرف

پایین وارد می‌کند. اگر این نیرو را با  $F$  نشان دهیم داریم:

$$F_N - (F + mg) = ma \xrightarrow{a=0} F_N = mg + F$$

یعنی در این حالت نیروسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

۲۴- مطابق شکل، نیروی افقی  $\vec{F}_1$  بر جعبه وارد می‌شود، اما جعبه هم‌چنان ساکن است. اگر در همین

حالت، بزرگی نیروی قائم  $\vec{F}_2$  از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟

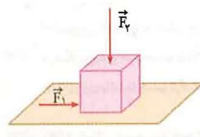
(ریاضی خرداد ۹۸)

(آ) اندازه‌ی نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه

(ب) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه

(پ) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی

(ت) نیروی خالص وارد بر جسم



(آ) افزایش می‌یابد

(ب) ثابت می‌ماند

پ) افزایش می‌یابد

ت) ثابت می‌ماند

۲۵- شخصی جعبه‌ای را روی سطح افقی در جهت غرب به شرق هل می‌دهد.

آ) نیروی اصطکاک وارد بر جعبه در چه جهتی است؟ چرا؟

ب) نیروی اصطکاک وارد بر شخص در چه جهتی است؟ چرا؟

آ) مطابق شکل جعبه در جهت شرق حرکت می‌کند. بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جعبه در جهت غرب است.

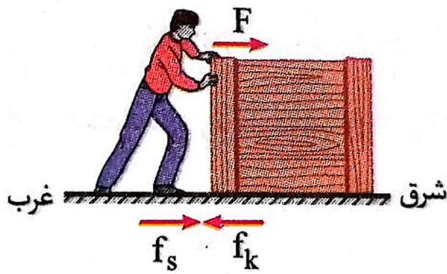
آن را در شکل با  $f_k$  نمایش داده‌ایم.

ب) شخص در جهت شرق به جعبه نیرو وارد می‌کند. طبق

قانون سوم نیوتن جعبه به شخص نیرویی در جهت غرب وارد

می‌کند. بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر شخص در جهت

شرق است که آن را با  $f_s$  نشان داده‌ایم.



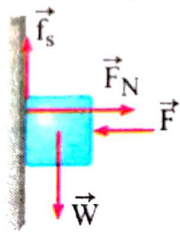
۲۶- مطابق شکل، جسمی را با نیروی  $\vec{F}$  به دیوار فشرده و ثابت نگاه داشته‌ایم.

آ) نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید.

ب) با افزایش نیروی  $\vec{F}$ ، آیا نیروی اصطکاک تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

پ) واکنش نیروی وزن بر چه جسمی وارد می‌شود؟

آ)



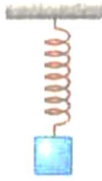
ب) غیر- زیرا نیروی اصطکاک وارد بر جسم، نیروی اصطکاک ایستایی است. با افزایش نیروی  $F$  نیروی  $F_N$

افزایش می‌یابد اما نیروی عمودی سطح هیچ تاثیری در نیروی اصطکاک ایستایی ندارد.

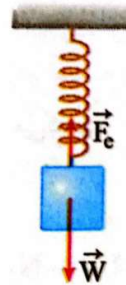
پ) به کره زمین وارد می‌شود



۲۷- جسمی به جرم  $m$  به انتهای فنر سبکی مطابق شکل آویزان است. (تجربی خرداد ۹۴)  
 (آ) نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید.



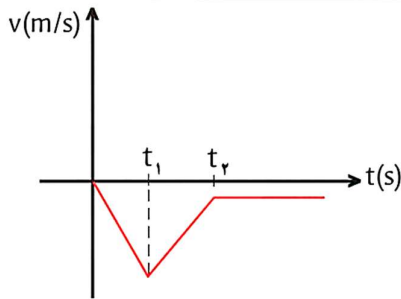
(ب) تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها، بر چه جسمی وارد می‌شود؟



(آ)

(ب) واکنش نیروی وزن به کره زمین وارد می‌شود. واکنش نیروی کشسانی فنر از جسم به فنر وارد می‌شود.

۲۸- چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند. حرکت چترباز را از لحظه‌ی پرش تا رسیدن به زمین تحلیل کنید و نموداری تقریبی از تندی آن بر حسب زمان رسم کنید.



پهن بالگرد ساکن است، سرعت اولیه‌ی چترباز صفر است و حرکت آن تا پیش از باز شدن چترش، حرکت سقوط آزاد بدون سرعت اولیه است و در نتیجه سرعت آن از رابطه‌ی  $v = -gt$ ، به دست می‌آید. توجه به این نکته ضروری است که تا قبل از باز شدن چتر، نیروی مقاومت هوا را نادیده می‌گیریم:

$$f_D - W = ma \xrightarrow{f_D \approx 0} -mg = ma \rightarrow a = -g < 0$$

$$v = -gt \rightarrow v = -gt_1$$

$t_1$  مدت زمان پیش از باز شدن چتر است.

به مضمون باز شدن چتر، نیروی مقاومت هوا افزایش می‌یابد و از نیروی وزن چترباز بیشتر شده و در نتیجه چترباز رو به بالا حرکت می‌کند:

$$f_D - W = ma \rightarrow a = \frac{f_D - mg}{m}, f_D > mg \rightarrow a > 0$$

$$v = at_2 + v_0$$

$t_2$  مدت زمان حرکت چترباز رو به بالاست.

تندی چترباز به تدریج کم شده و در نتیجه نیروی مقاومت هوا نیز کم می‌شود تا جایی که این نیرو با نیروی وزن هم‌اندازه می‌شود ( $f_D = mg$ ). پس از این چترباز با سرعت ثابتی که به آن تندی صدمی می‌گویند به طرف پایین حرکت می‌کند.

توجه: حرکت پترباز از لحظه‌ای که پای او به زمین می‌رسد تا توقف کامل یک حرکت شتابدار است که در نمودار سرعت - زمان بالا رسم نشده است.

۲۹- یک خودروی سواری و یک کامیون با سرعت یکسانی در حرکت‌اند. نیروی لازم برای متوقف کردن کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

کامیون، زیرا تکانه‌ی کامیون بیش‌تر از تکانه‌ی خودروی سواری است. یعنی ناصح ضرب جرم در سرعت کامیون بیش‌تر از خودرو سواری است و نیروی بیش‌تری برای متوقف کردن آن لازم است.

۳۰- چرا هنگام برخورد توپ فوتبال به سر بازیکن به او صدمه‌ای وارد نمی‌شود، اما اگر جسم سختی با همان جرم و همان سرعت به سر او برخورد کند صدمه می‌بیند؟ پاسخ خود را براساس مفهوم

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \text{ بنویسید.}$$

توپ فوتبال نسبت به جسم سخت مقداری نرم‌تر است و طبق رابطه‌ی  $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$  مدت زمان تغییر تکانه‌ی آن افزایش یافته است. در نتیجه نیروی متوسط وارد بر سر بازیکن کم‌تر از حالتی است که جسم سخت به سر شخص برخورد می‌کند.

۳۱- جسمی با سرعت ثابت در حرکت است. اگر بخواهیم آن را در مدت زمان کوتاه‌تری متوقف کنیم، نیروی بزرگ‌تری به آن وارد می‌کنیم، علت را توضیح دهید.

طبق رابطه‌ی  $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ، تغییر تکانه ثابت است. چون جرم و تغییرات سرعت آن ثابت می‌باشد. اما اگر بخواهیم مدت زمان تغییر تکانه را کاهش بدهیم، نیروی ناصح متوسط افزایش می‌یابد. در نتیجه به نیروی بیش‌تری برای متوقف کردن جسم نیاز داریم.

۳۲- دو قطعه گچ از لبه تخته کلاس سقوط می‌کنند، یکی مستقیماً به زمین برخورد کرده و می‌شکند. دیگری بر روی تخته پاک‌کن اسفنجی افتاده و نمی‌شکند. علت را توضیح دهید.

برای گچی که روی تخته پاک‌کن می‌افتد، زمان توقف طولانی‌تر است و طبق رابطه‌ی  $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$  با افزایش زمان، نیروی متوسط کوچک‌تر شده و نیروی کم‌تری به گچی که روی تخته پاک‌کن افتاده وارد می‌شود.

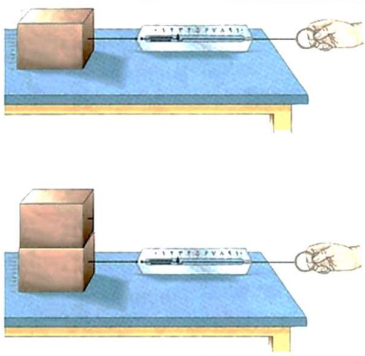


۳۳- در یک مسابقه‌ی پرش با نیزه ورزشکاری از مانع پرش با ارتفاع ۶ متر بدون خطا عبور می‌کند. نقش تشک را در جلوگیری از آسیب رسیدن به ورزشکار، مورد بحث و بررسی قرار دهید.

هنگامی که ششخص به تشک برنرورد می‌کند زمان توقف او بسیار طولانی‌تر از زمانی است که تشک نباشد و ششخص به سطح سفتی برنرورد کند. زمان توقف در برنرورد با سطح سفت در حدود هزارم ثانیه و در هنگام برنرورد با تشک در حد ثانیه است. با توجه به رابطه‌ی  $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ، چون در هر دو حالت  $\Delta p$  یکسان است، پس در حالتی که ششخص با تشک برنرورد می‌کند،  $\Delta t$  توقف آن بزرگ‌تر بوده و در نتیجه نیروی متوسط وارد بر ششخص بسیار کوچک‌تر از زمانی است که ششخص به سطح سفت برنرورد می‌کند. نیروی وارد بر ششخص در برنرورد با تشک تا حدود یک هزارم کوچک‌تر از زمانی است که ششخص به سطح سفت برنرورد می‌کند.

## آزمایش

۱- آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد  $f_{s,max}$  متناسب با  $F_N$  است.



وسایل مورد نیاز: نیروسنج - دو قطعه‌ی چوبی - ترازو

شرح آزمایش:

یک مکعب چوبی را از یک وجه روی میز قرار می‌دهیم.

نیروسنج را به مکعب چوبی متصل کرده و سر دیگر آن را در دست گرفته و

می‌کشیم تا مکعب در آستانه‌ی لغزیدن قرار گیرد. در این حالت

عددی که نیروسنج نشان می‌دهد می‌خوانیم. این عدد نیروی

اصطکاک ایستایی بیشینه است.

جرم مکعب چوبی را با ترازو اندازه می‌گیریم و از رابطه‌ی  $F_N = mg$  مقدار نیروی عمودی تکیه‌گاه را بدست می‌آوریم.

در ادامه آزمایش را با دو قطعه‌ی چوبی روی هم انجام می‌دهیم و مشاهده می‌کنیم که مقادیر  $F_N$  و  $f_{s,max}$  هر دو

افزایش می‌یابند.

در هر دو حالت  $f_{s,max}$  را بر  $F_N$  تقسیم کرده و می‌بینیم که عدد بدست آمده مقدار ثابتی است که همان  $\mu_s$

است.

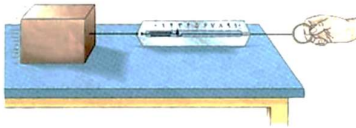
نتیجه اینکه نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه با نیروی عمودی تکیه‌گاه متناسب است و ضریب تناسب آن ضریب

اصطکاک ایستایی است.

## ۲- آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

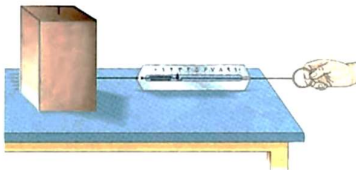
الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن  $\mu_k$  را بدست آورید.  
ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.

الف) وسایل مورد نیاز: نیروسنج - یک قطعه چوب به شکل مکعب مستطیل - ترازو  
شرح آزمایش:



قطعه چوبی را از یک وجه روی میز قرار می‌دهیم.

نیروسنج را به مکعب چوبی متصل کرده و سر دیگر آن را در دست گرفته و می‌کشیم تا مکعب شروع به لغزیدن کند. در این حالت عددی که نیروسنج نشان می‌دهد می‌خوانیم. این عدد نیروی اصطکاک جنبشی یا  $f_k$  است.



جرم مکعب چوبی را با ترازو اندازه می‌گیریم و از رابطه  $F_N = mg$  مقدار نیروی عمودی تکیه‌گاه را بدست می‌آوریم.

مقدار  $f_k$  را بر  $F_N$  تقسیم کرده تا  $\mu_k$  بدست آید.

ب) تمام مراحل مشابه قسمت الف است با این تفاوت که این بار قطعه چوب را از وجه دیگری که مساحت آن بیشتر یا کمتر از وجهی باشد که در قسمت الف بکار بردیم روی میز قرار می‌دهیم و مشاهده می‌کنیم که این بار نیز نیروسنج همان عدد قبلی را نشان می‌دهد و نتیجه این که نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.