

مثال ۱

(قانون اول نیوتون) وقتی در خودروی ساکنی نشسته‌اید و خودرو ناگهان شروع به حرکت می‌کند به صندلی فشرده می‌شوید. علت این پدیده را توضیح دهید.

(فرداد ۹۹ تهری)

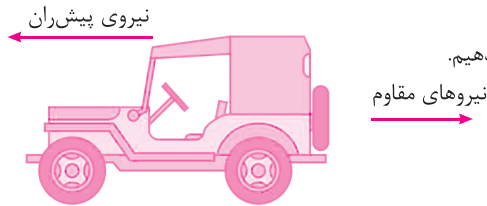
پاسخ: در حرکت ناگهانی خودرو سرنشینان به دلیل خاصیت لختی تمایل دارند به حالت سکون باقی بمانند، پس به سمت عقب به صندلی فشرده می‌شوند.

مثال ۲

(قانون دوم نیوتون): الف) نیروی خالص وارد بر یک اتومبیل 800 کیلوگرمی که با شتاب 3 m/s^2 در حال حرکت است چند نیوتون است؟ ب) اگر نیروی مقاوم خالص در برابر حرکت این اتومبیل 500 N باشد، نیروی پیش‌ران چند نیوتون است؟

پاسخ: الف) $F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_{\text{net}} = 800 \times 3 = 2400 \text{ N}$

ب) ابتدا شکلی رسم می‌کنیم و نیروهای پیش‌ران و مقاوم وارد بر اتومبیل را روی آن نشان می‌دهیم.



کلمه

- ۱- رسم شکلی ساده از جسم و نشان دادن نیروها بر روی آن به حل مسأله کمک زیادی می‌کند.
- ۲- بهتر است، جهت حرکت جسم را جهت مثبت در نظر بگیرید.

همان‌طور که می‌بینید، نیروهای پیش‌ران و مقاوم خلاف جهت یکدیگرند. پس باید تفاضل اندازه‌های آنها را حساب کنیم (نیروی خالص). چون اتومبیل به سمت چپ حرکت می‌کند، سمت چپ را جهت مثبت فرض می‌کنیم.

$$F_{\text{net}} = F_{\text{پیش‌ران}} - F_{\text{مقاوم}} \Rightarrow 2400 = F_{\text{پیش‌ران}} - 500 \Rightarrow F_{\text{پیش‌ران}} = 2900 \text{ N}$$

مثال ۳

(قانون دوم نیوتون و روابط فصل ۱): گلوله‌ای به جرم 50 g با تندی 200 m/s به مانعی به ضخامت 1 cm برخورد می‌کند و با تندی 100 m/s از آن خارج می‌شود. با فرض ثابت بودن شتاب، نیروی خالص وارد بر گلوله را حساب کنید.

پاسخ: با داشتن تندی اولیه و ثانویه و ضخامت مانع و به کمک رابطه مستقل از زمان می‌توانیم شتاب حرکت گلوله در مانع را حساب کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 10000 - 40000 = 2a \times 0.01 \Rightarrow a = -1500000 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_{\text{net}} = \frac{50}{1000} \times (-1500000) = -75000 \text{ N}$$

کلمه

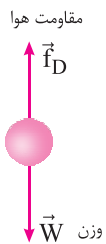
در حرکت کندشونده، جهت نیروی خالص خلاف جهت حرکت جسم است.

مثال ۴

(قانون سوم نیوتون): چتربازی در هوای آرام و در امتداد قائم در حال سقوط است. با رسم شکل، نیروهای وارد بر چترباز را مشخص کرده و تعیین کنید واکنش هر یک از این نیروها به چه جسمی وارد می‌شود؟

(فرداد ۹۸ تهری)

پاسخ: واکنش نیروی مقاومت هوا به مولکول‌های هوا وارد می‌شود و واکنش نیروی وزن به مرکز زمین وارد می‌شود.



مثال ۵

(قانون دوم و سوم نیوتون): دو شخص به جرم‌های 75 kg و 50 kg با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی 120 N شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد.

(دی ۹۸ ریاضی)

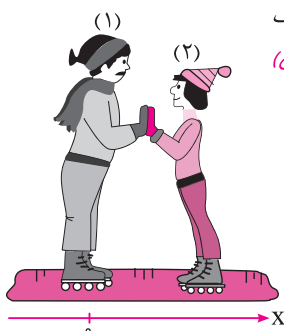
الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد چقدر است؟

ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چقدر و در چه جهتی است؟

پاسخ: نیرویی که دو شخص به یکدیگر وارد می‌کنند طبق قانون سوم نیوتون با هم برابر است.

الف) $F_2 = m_2 a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{120}{50} = 2.4 \text{ m/s}^2$

ب) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow \vec{a}_1 = \frac{-120}{75} \vec{i} = (-1.6 \text{ m/s}^2) \vec{i}$



وزن: وزن یک جسم، نیروی گرانشی است که از طرف زمین یا سیاره‌ای دیگر بر جسم وارد می‌شود.

وزن را معمولاً با \vec{W} و جرم را با m و شتاب گرانشی را با \vec{g} نشان می‌دهیم. در نتیجه نیروی وزن از رابطه زیر محاسبه می‌شود. یکای وزن نیوتون است.

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

۱- جهت وزن و شتاب گرانشی همواره به طرف مرکز زمین است.

۲- جرم یک جسم در مکان‌های مختلف ثابت است، اما وزن آن به مکان بستگی دارد.

۳- اگر جسم در حال سقوط آزاد نباشد هم در نزدیکی یک سیاره، نیروی وزن بر آن وارد می‌شود.

نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی درون یک شاره (مایع یا گاز) حرکت می‌کند، از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند. نیروی مقاومت شاره را معمولاً با \vec{f}_D نشان می‌دهند.

۱- نیروی مقاومت شاره به عواملی چون بزرگی جسم و تندی آن بستگی دارد.

۲- هرچه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره نیز بیشتر خواهد شد.

نیروی مقاومت هوا: اگر جسم در هوا حرکت کند، به نیروی مقاومت شاره، نیروی مقاومت هوا می‌گویند.

تندی حدی: زمانیکه جسمی در یک شاره در حال سقوط باشد، با افزایش تندی و در نتیجه افزایش مقاومت شاره حالتی ایجاد می‌شود که در آن نیروی مقاومت شاره بر جسم با نیروی وزن جسم برابر ولی خلاف جهت یکدیگر خواهند شد. بنابراین دیگر تندی جسم تغییر نمی‌کند. به این تندی ثابت، تندی حدی گفته می‌شود.

گلوله‌ای به جرم 2 kg مطابق شکل از بالای صخره‌ای شلیک می‌شود. در

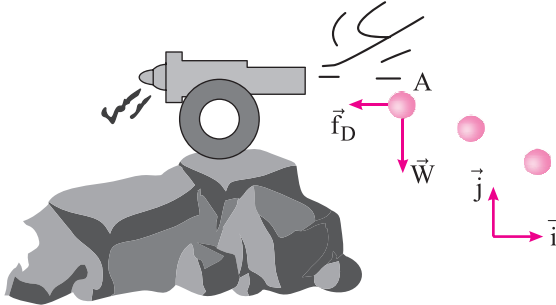
نقطه A نیروهای وارد بر آن نشان داده شده است. اگر نیروی مقاومت هوا

در این نقطه برابر 5 N باشد:

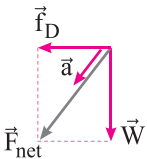
(الف) جهت شتاب آن را در نقطه A با رسم شکل نشان دهید.

(ب) بردار شتاب آن را در نقطه A برحسب بردارهای یکه بنویسید.

(پ) اندازه شتاب آن در نقطه A چقدر است؟ $g = 10 \text{ N/kg}$



پاسخ: الف)



$$W = mg = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$$

(ب)

$$\vec{F}_{\text{net}} = -(\Delta N)\vec{i} - (20 \text{ N})\vec{j}$$

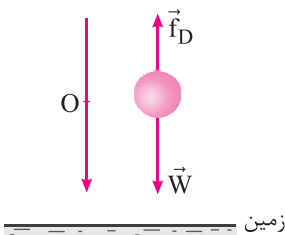
$$\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow -(\Delta N)\vec{i} - (20 \text{ N})\vec{j} = 2\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = -(\Delta N / 2)\vec{i} - (10 \text{ m/s}^2)\vec{j}$$

$$a = \sqrt{(\Delta N / 2)^2 + 10^2} = 10 / 3 \text{ m/s}^2$$

(پ)

دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی 2 kg و دیگری 5 kg است، از بالای برجی به ارتفاع 20 m به طور هم‌زمان رها می‌کنیم. با فرض این که نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان و برابر با 2 N باشد، تندی برخورد گلوله سنگین‌تر چند برابر تندی برخورد گلوله سبک‌تر با سطح زمین است؟

پاسخ: به هر کدام از اجسام مطابق شکل مقابل دو نیرو اثر می‌کند، نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا.



$$W - f_D = ma \xrightarrow{W=mg} a = \frac{mg - f_D}{m} = g - \frac{f_D}{m}$$

کلمه

۱- با در نظر گرفتن مقاومت هوا، هرچه جرم جسم بیشتر باشد، شتاب سقوط آن بیشتر است.

۲- اگر بتوانیم نیروی مقاومت شاره وارد بر جسم را در حین سقوط، ثابت فرض کنیم، شتاب سقوط از رابطه $a = g - \frac{f_D}{m}$ به دست می آید.

$$a_1 = 10 - \frac{2}{5} = 9 \text{ m/s}^2, a_2 = 10 - \frac{2}{6} = 9 \frac{1}{6} \text{ m/s}^2$$

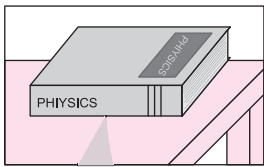
$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta y \xrightarrow{v_0=0} v = \sqrt{2ah}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} = \sqrt{\frac{9 \frac{1}{6}}{9}} = 1 \frac{1}{3}$$

نیروی عمودی سطح: وقتی دو جسم در تماس با هم قرار می گیرند، در محل تماس به یکدیگر نیرویی وارد می کنند که بر سطح تماس دو جسم عمود است. به این نیرو، نیروی عمودی سطح یا عمودی تکیه گاه گفته می شود و آن را با \vec{F}_N نشان می دهیم.

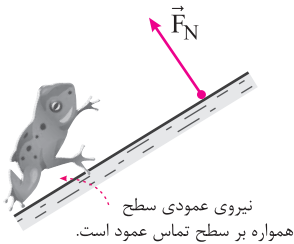
کلمه

۱- نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است (شکل مقابل).



نیروی عمودی سطح
ناشی از تغییر شکل
سطح تماس است.

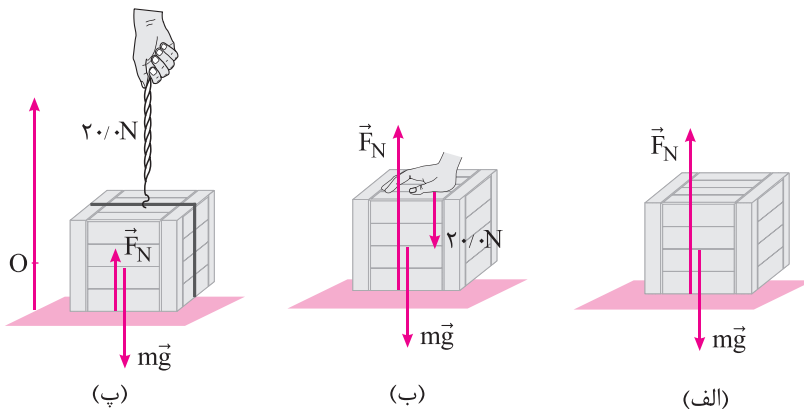
۲- نیروی عمودی تکیه گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می شود، بنابراین واکنش این نیرو به صورت عمودی و در خلاف جهت از طرف جسم به سطح وارد می شود.



نیروی عمودی سطح
همواره بر سطح تماس عمود است.

مثال ۸

جعبه ای به جرم ۲ kg مطابق شکل، روی میزی افقی قرار دارد. نیروی عمودی سطح را در هر حالت به دست آورید.



پاسخ: الف) با نگاهی به شکل الف می فهمیم جعبه حرکت نمی کند و طبق قانون اول نیوتون، نیروی خالص وارد بر آن برابر صفر است.

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$$

ب) در شکل (ب) نیروی شخص و نیروی وزن هم سو هستند و باز هم جسم حرکت نمی کند و نیروی خالص وارد بر آن برابر صفر است.

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_N = mg + 20 = 2 \times 10 + 20 = 40 \text{ N}$$

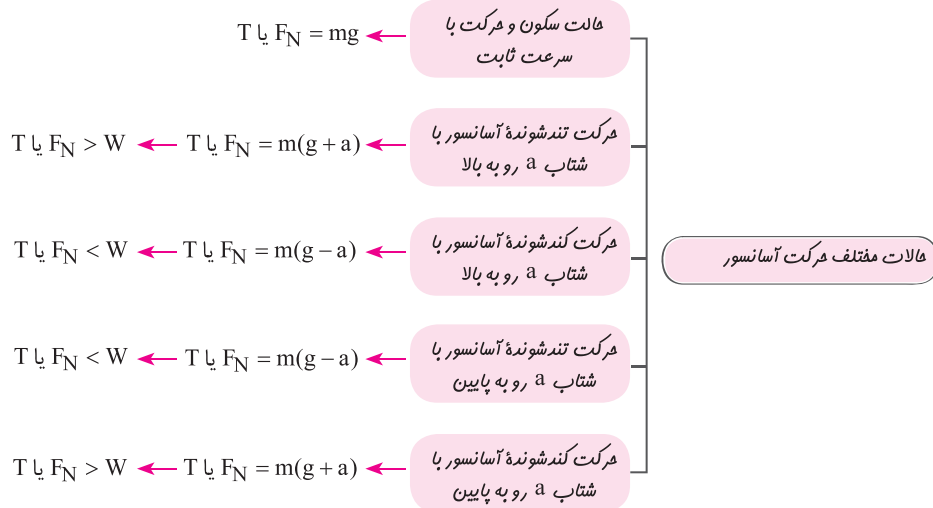
$$F_N = mg - 20 = 20 - 20 = 0$$

پ) در شکل پ نیروی شخص خلاف جهت نیروی وزن است. پس می توانیم بنویسیم:

نیروی وزن در آسانسور: اگر جسمی را درون آسانسوری بر روی یک ترازوی فنری قرار دهیم، عددی که ترازو در حالات مختلف حرکت آسانسور نشان می‌دهد متفاوت است. همین اتفاق زمانیکه جسم را از سقف آسانسور توسط فنر یا طناب آویزان کرده باشیم، به نحو دیگری رخ می‌دهد، به طوریکه نیروی کشش طناب یا فنر (\bar{T}) در حالات مختلف حرکت آسانسور متفاوت است.

گنجه ترازوی فنری اندازه‌ی نیروی عمودی سطح (\bar{F}_N) را نشان می‌دهد.

در کل برای آسانسور ۵ حالت متصور است. (در نمودار زیر، نیروی کشش طناب یا فنر را با T نشان داده‌ایم).



مثال ۹ شخصی به جرم 50 kg درون آسانسوری بر روی یک ترازوی فنری ایستاده است. در هر یک از حالات زیر، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟

الف) آسانسور با تندی ثابت 1 m/s رو به بالا در حرکت است.

ب) آسانسور با شتاب ثابت 1 m/s^2 در حالیکه رو به بالا حرکت می‌کند، در حال توقف باشد.

پ) آسانسور با شتاب ثابت 1 m/s^2 رو به پایین شروع به حرکت می‌کند.

پاسخ: الف)

$$F_N = mg = 50 \times 10 = 500\text{ N}$$

$$F_N = m(g - a) = 50(10 - 1) = 450\text{ N}$$

$$F_N = m(g - a) = 50(10 - 1) = 450\text{ N}$$

ب)

پ)

اگر کابل آسانسور پاره شود و آسانسور در حال سقوط آزاد باشد، نیروی عمودی سطح برابر صفر است.

سؤالات امتحانی درس اول

۲

۱.	جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید. الف) اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم هستند. ب) نیروی مقاومت یک شاره مانند هوا، به جسم و تندی آن بستگی دارد. پ) یک نیوتون برابر است با مقدار نیروی خالصی که به جسمی به جرم، شتابی برابر 1 m/s^2 می‌دهد. ت) طبق قانون، اگر شما دیوار را هل دهید، دیوار نیز شما را هل می‌دهد.
۲.	عبارت درست را از درون پرانتز انتخاب کنید. الف) شتاب ایجاد شده در جسم با (نیروی خالص وارد بر - جرم) جسم متناسب است. ب) برای اعمال نیرو بین دو جسم، (باید - لازم نیست) دو جسم با هم در تماس باشند. پ) هر جسم متحرک برای ادامه حرکت نیاز به نیرو (دارد - ندارد). ت) شتاب ایجاد شده در جسم به علت تأثیر یک نیروی خالص، با جرم جسم نسبت (وارون - مستقیم) دارد.

(دی ۹۷ تهری)

(دی ۹۷ ریاضی)

(دی ۹۸ تهری)

(دی ۹۸ تهری)

(دی ۹۸ ریاضی)

(دی ۹۸ ریاضی)

(دی ۹۸ ریاضی)

(شهریور ۹۸ ریاضی)