

فصل دوم فیزیک دوازدهم - معرفی قوانین نیوتن

تهیه و تنظیم: ژیلای رضایی - شهرستان رودبار

۱- نیرو کمیتی برداری است که با نیروسنج اندازه گرفته می شود و واحد آن نیوتن می باشد.

۲- نیرو حاصل برهمکنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

۳- اثر یک نیرو بر جسم می تواند به شکلهای مختلف مثل شروع به حرکت کردن، توقف، کم یا زیاد شدن تندی، تغییر جهت سرعت و یا تغییر شکل جسم خود را نشان دهد.

قوانین حرکت نیوتن

۱- بر طبق قانون اول نیوتن یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت خود را حفظ می کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری بر آن وارد شود.

الف: اگر بر یک جسم هم زمان چند نیرو وارد شود و اثر یکدیگر را خنثی کنند، یعنی اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر شود، می گوئیم نیروها متوازن هستند.

ب: به قانون اول نیوتن قانون لختی هم گفته می شود. لختی یعنی تمایل اجسام به حفظ وضعیت خود در هنگامی که نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

ج: مثلاً وقتی در اتوبوس نشسته ایم و اتوبوس در جاده مستقیم حرکت میکند در صورتیکه اتوبوس ترمز کند و کمر

بند ایمنی را نبسته باشیم به علت لختی و تمایل بدن به حفظ وضع موجود به سمت جلو پرتاب می شویم و اگر هم که

اتوبوس ساکن باشد و ناگهان شروع به حرکت کند به طرف عقب صندلی فشرده میشویم که باز به علت لختی می باشد.

پرسش ۱-۲



در شکل روبه‌رو یک کشتی در حال حرکت را می‌بینید که نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند. کدام نیروها اثر یکدیگر را خنثی کرده‌اند؟

پاسخ:

چون **نیروها متوازن** هستند پس باید نیروهای خلاف جهت هم با هم برابر باشند و یکدیگر را خنثی کرده باشند. یعنی

نیروی شناوری نیروی مقاومت را خنثی می‌کند و نیروی پیشران هم نیروی وزن را خنثی می‌کند.

پرسش ۲-۲

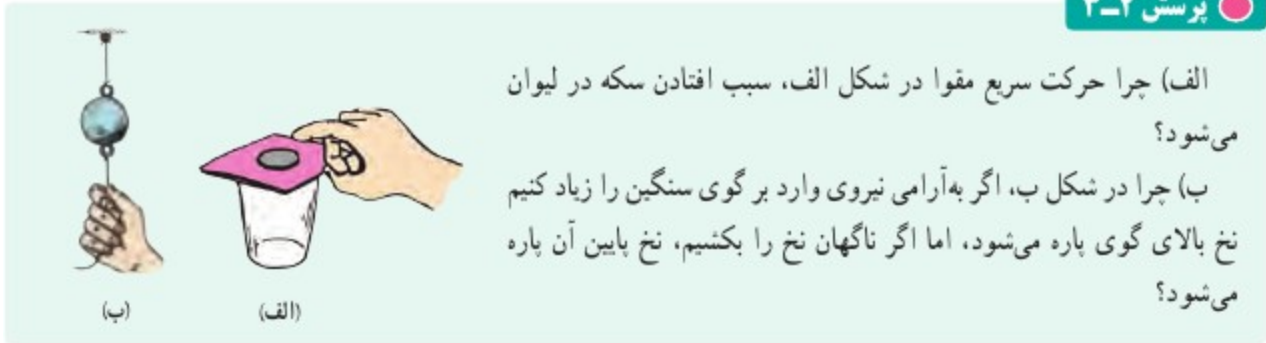
در فیلمی علمی - تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می‌افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کند می‌شود و می‌ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.

پاسخ:

چون کشتی فضایی از جو خارج شده و دور از هر سیاره می‌باشد یعنی نیروی گرانشی بر آن وارد نمی‌شود و چون برآیند

نیروهای وارد بر کشتی صفر است پس طبق قانون اول نیوتن باید به همان سرعت خود که قبل از از کار افتادن موتور

داشت به حرکت خود ادامه دهد و ممکن نیست که حرکت آن کند شود.



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؟

پاسخ:

الف: به علت **قانون اول نیوتن و لختی**، سکه تمایل به حفظ ساکن بودن خود دارد و با حرکت سریع مقوا سکه درون لیوان می‌افتد.

ب: وقتی گوی را آرام میکشیم فرصت انتقال نیرو در نخ ایجاد شده و نخ از بالا پاره می‌شود ولی هنگامی که نخ ناگهان میکشیم فرصت انتقال نیرو وجود نداشته و نخ از پایین پاره می‌شود.

قانون دوم نیوتن:

۱- هرگاه به جسم نیروی خالص وارد شود جسم شتاب می‌گیرد که اندازه آن با اندازه نیروی خالص رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد.

۲- جهت شتاب با جهت نیروی خالص وارد بر جسم یکی است.

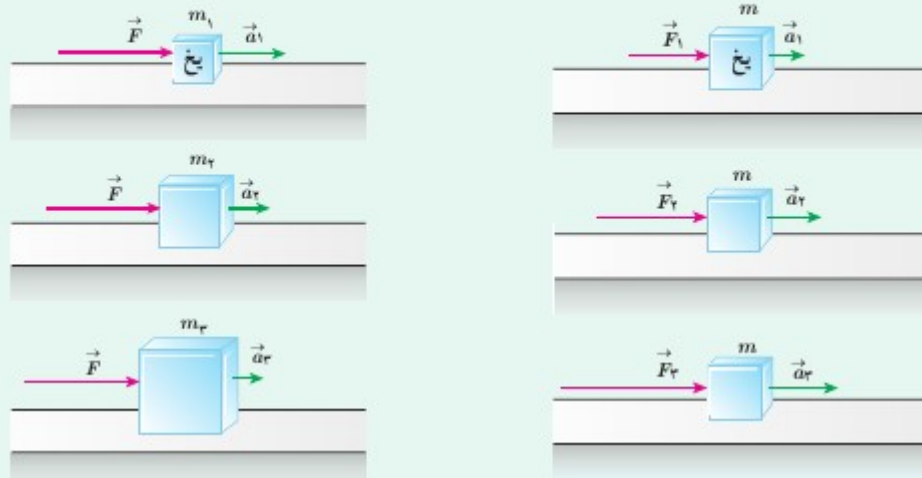
۳- رابطه قانون دوم نیوتن: $f_{net} = ma$

۴- یک نیوتن برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر با یک متر بر مربع ثانیه می‌دهد.

۵- برای محاسبه نیروی خالص در صورتی که نیروها هم جهت باشند با هم جمع می کنیم و اگر خلاف جهت باشند از هم کم می کنیم و اگر بر هم عمود باشند از رابطه فیثاغورس مقدار نیروی برآیند را بدست می آوریم.

پرسش ۲-۲

در شکل های زیر، قطعه یخ ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. استنباط خود را از این شکل ها بیان کنید.



پاسخ:

در شکل های سمت راست اندازه نیروی وارد بر یک جسم افزایش یافته و شتاب حرکت جسم نیز افزایش می یابد یعنی شتاب حرکت یک جسم با اندازه نیروی برآیند متناسب است. در شکل های سمت چپ به ازای نیروی ثابت با افزایش جرم اندازه شتاب حرکت جسم کاهش یافته است و در نتیجه شتاب حرکت با جرم جسم نسبت عکس دارد.

تست:

اگر نیروی F به جسمی به جرم m شتاب a بدهد، نیروی $\frac{F}{2}$ به جسمی به جرم $2m$ چه شتابی برحسب a خواهد داد؟

۲ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

۱ (۱)

پاسخ:

گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F = ma \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{\frac{F}{2}}{F} = \frac{2m}{m} \times \frac{a_2}{a} \Rightarrow a_2 = \frac{1}{4}a$$

تست:

فقط دو نیروی $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 6\vec{j}$ و \vec{F}_2 بر ذره ای وارد می شوند و این ذره با سرعت ثابت $\vec{V} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ حرکت می کند. در این حالت نیروی \vec{F}_2 کدام است؟ (یکایها در SI است).

- ۱) $\vec{i} + 2\vec{j}$ ۲) $-\vec{i} - 2\vec{j}$ ۳) $2\vec{i} - 6\vec{j}$ ۴) $-2\vec{i} + 6\vec{j}$

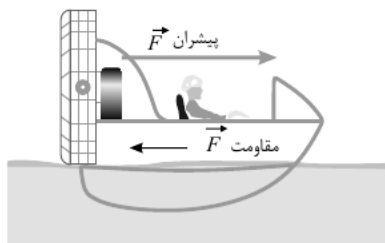
پاسخ:

گزینه ۴ ذره با سرعت ثابت حرکت می کند، پس شتاب آن و در نتیجه برابری نیروهای وارد بر آن صفر می باشد.

$$\vec{F}_{net} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 = -\vec{F}_1 = -(2\vec{i} - 6\vec{j}) = -2\vec{i} + 6\vec{j}$$

تست:

مطابق شکل زیر، نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشین 400 kg است، طوری تنظیم شده است که همواره نیروی خالص ثابتی به سمت جلو به قایق وارد شود. قایق در مدت زمانی که تندی آن از $2 \frac{m}{s}$ و $7 \frac{m}{s}$ می رسد، 30 متر جابه جا می شود، اگر نیروی پیشران در لحظه ای که تندی قایق $3 \frac{m}{s}$ است، 1200 نیوتون باشد، نیروی مقاومت در این لحظه چند نیوتون است؟



۱) ۱۰۰۰

۲) ۹۰۰

۳) ۷۰۰

۴) ۶۰۰

پاسخ:

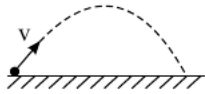
گزینه ۲ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - جابه جایی (مستقل از زمان)، شتاب حرکت قایق را به دست می آوریم:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \xrightarrow{v=7\frac{m}{s}, v_0=2\frac{m}{s}, \Delta x=30m} a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \times 30} \Rightarrow a = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$$

اکنون مطابق قانون دوم نیوتون نیروی مقاومت را به دست می آوریم:

$$F_{پیشران} - F_{مقاومت} = ma \xrightarrow{m=400kg, F_{پیشران}=1200N} F_{مقاومت} = 1200 - 400 \times \frac{3}{4} = 900N$$

مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم m از روی سطح زمین پرتاب شده است. اگر نیروی مقاومت هوا f_D فرض شود، در بالاترین نقطه مسیر حرکت، اندازه شتاب گلوله کدام است؟ (g شتاب گرانشی است).



$\sqrt{\left(\frac{f_D}{m}\right)^2 + g^2}$ ۴

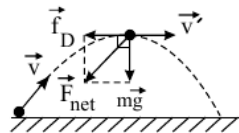
$\frac{f_D}{m} + g$ ۳

$\frac{f_D}{m} - g$ ۲

$\sqrt{\left(\frac{f_D}{m}\right)^2 - g^2}$ ۱

پاسخ:

گزینه ۴ در بالاترین نقطه مسیر حرکت، دو نیروی عمود بر هم وزن و مقاومت هوا بر گلوله وارد می‌شود. داریم:



$$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + (mg)^2}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{f_D^2 + (mg)^2}}{m} \Rightarrow a = \sqrt{\left(\frac{f_D}{m}\right)^2 + g^2}$$

تست:

سه نیرو، هم‌زمان بر وزنه‌ای به جرم 5 kg اثر می‌کنند. اگر بردار نیروها در SI به صورت $\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = -10\vec{j}$ باشند، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد شد؟

$10\sqrt{2}$ ۴

10 ۳

$5\sqrt{2}$ ۲

5 ۱

پاسخ:

گزینه ۳

باتوجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}, \vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}, \vec{F}_3 = -10\vec{j}$$

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a} \Rightarrow (20 + 10)\vec{i} + (-50 + 20 - 10)\vec{j} = 5\vec{a}$$

$$5\vec{a} = 30\vec{i} - 40\vec{j} \Rightarrow \vec{a} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = \sqrt{100} = 10 \frac{m}{s}$$

تست:

سرعت گلوله‌ای به جرم 0.2 kg تحت اثر نیروی ثابتی، از $\vec{V}_1 = 10\vec{i} - 8\vec{j}$ به $\vec{V}_2 = 6\vec{i} - 5\vec{j}$ می‌رسد (در SI). اگر زمان تأثیر نیرو برابر با 1 ثانیه باشد، بزرگی نیرو چند نیوتون است؟

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۲ (۲)

۱۰ (۱)

-سراسری-۱۳۹۲

پاسخ:

گزینه ۱

$$\vec{F} = ma = \frac{m\Delta\vec{V}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F} = \frac{0.2[(6\vec{i} - 5\vec{j}) - (10\vec{i} - 8\vec{j})]}{1}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = 2 \times (-4\vec{i} + 3\vec{j}) \Rightarrow \vec{F} = -8\vec{i} + 6\vec{j} \Rightarrow |\vec{F}| = 10\text{ N}$$

تست:

سه نیرو، هم‌زمان بر وزنه‌ای به جرم 5 kg اثر می‌کنند. اگر بردار نیروها در SI به صورت $\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = -10\vec{j}$ باشند، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد شد؟

$10\sqrt{2}$ (۴)

۱۰ (۳)

$5\sqrt{2}$ (۲)

۵ (۱)

-خارج از کشور-۱۳۹۳

پاسخ:

گزینه ۳

باتوجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}, \quad \vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}, \quad \vec{F}_3 = -10\vec{j}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a} \Rightarrow (20 + 10)\vec{i} + (-50 + 20 - 10)\vec{j} = 5\vec{a}$$

$$5\vec{a} = 30\vec{i} - 40\vec{j} \Rightarrow \vec{a} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = \sqrt{100} = 10 \frac{m}{s}$$

تست:

نیروی پیشران یک اتومبیل که روی سطح افقی حرکت می‌کند، 1700 N و نیروی مقاومت وارد بر اتومبیل 500 N است. اگر جرم اتومبیل $1/2$ تن باشد، چند ثانیه طول می‌کشد تا اتومبیل از حال سکون مسافت 50 متر را طی کند؟

۵ (۲)

۲ (۱)

۲۰ (۴)

۱۰ (۳)

پاسخ:

گزینه ۳

گام اول: اندازه شتاب اتومبیل برابر است با:

$$F_{\text{net}} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} = 1700 - 500 = 1200 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow 1200 = 1200 \times a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

گام دوم: مدت زمان طی کردن مسافت ۵۰ متر طبق رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ به دست می‌آید؛ بنابراین:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \Rightarrow 50 = \frac{1}{2} \times 1 \times t^2 + 0 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

تست:

یک گلوله کاغذی در هوا پرتاب می‌شود. اگر اندازه شتاب حرکت آن در لحظه‌ای که بردار سرعت گلوله در راستای افق می‌شود، $12/5 \text{ m/s}^2$ و اندازه نیروی مقاومت هوا $0/48 \text{ N}$ باشد، جرم گلوله کاغذی چند گرم است؟ $g = 10 \text{ N/kg}$ است و از سایر نیروها چشم‌پوشی کنید)

۶۴ (۲)

۴۰ (۱)

۱۲۵ (۴)

۹۲ (۳)

پاسخ:

گزینه ۲



$$F_{\text{net}} = m.a = \sqrt{(mg)^2 + (F_{\text{مقاومت}})^2}$$

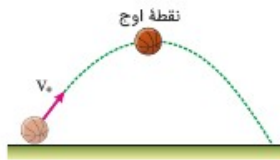
$$\Rightarrow m^2 \times (12/5)^2 = m^2 \times 10^2 + (0/48)^2$$

$$\Rightarrow m^2 ((12/5)^2 - 10^2) = (0/48)^2$$

$$\Rightarrow m = \sqrt{\frac{(0/48)^2}{56/25}} = \sqrt{\frac{(0/48)^2}{(7/5)^2}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{0/48}{7/5} = 0/064 \text{ kg} = 64 \text{ g}$$

تویی را مطابق شکل با تندی اولیه v_0 به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر در نقطه اوج گلوله بزرگی شتاب توپ $\frac{5}{4}g$ باشد، نیروی مقاومت هوا در نقطه اوج چندبرابر نیروی وزن گلوله است؟

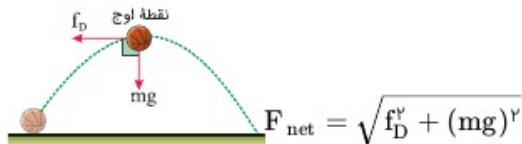


- (۱) $\frac{1}{4}$
- (۲) $\frac{1}{2}$
- (۳) $\frac{3}{4}$
- (۴) ۱

پاسخ:

گزینه ۳

گام اول: باتوجه به اینکه نیروی مقاومت هوا بر مسیر حرکت مماس و برخلاف جهت حرکت است، نیروهای وارد بر توپ در نقطه اوج را رسم کرده و برآیند آن‌ها را به دست می‌آوریم.



گام دوم: اندازه برآیند نیروها را برابر با ma قرار می‌دهیم.

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^2 + (mg)^2} = m\left(\frac{5}{4}g\right) \Rightarrow f_D^2 = \frac{25}{16}(mg)^2 - (mg)^2$$

$$\Rightarrow f_D^2 = \frac{9}{16}(mg)^2 \Rightarrow f_D = \frac{3}{4}mg$$

تست:

اندازه نیروی خالص وارد بر اتومبیلی به جرم 1000 kg برابر با 5000 N و در راستای افقی است. اگر اتومبیل از حال سکون روی سطح افقی شروع به حرکت کند، چند ثانیه طول می‌کشد تا مسافت 40 m را طی کند؟

- (۱) ۵
- (۲) ۴
- (۳) ۱۶
- (۴) ۲/۵

پاسخ:

گزینه ۲

ابتدا باتوجه به قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت اتومبیل را محاسبه می‌کنیم.

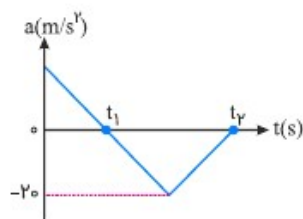
$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{5000}{1000} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{cases} v_0 = 0 \\ \Delta x = F_0 m \end{cases}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow F_0 = 2/5 t^2 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4 \text{ s}$$

تست:

نمودار شتاب- زمان جسمی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر جرم جسم ۸۰۰ گرم باشد، اندازه نیروی متوسط وارد شده به جسم در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند نیوتن است؟



۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۸ (۳)

۴ اطلاعات سؤال کافی نیست.

پاسخ:

گزینه ۳

می‌دانیم نیروی متوسط از رابطه $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ به دست می‌آید و همچنین برای محاسبه Δp می‌توانیم Δv را از سطح زیر نمودار شتاب- زمان بیابیم و سپس در m ضرب کنیم:

$$|\Delta v_{t_2 \text{ تا } t_1}| = S_{t_2 \text{ تا } t_1} = \frac{(t_2 - t_1) \times 20}{2}$$

$$\Rightarrow |F_{av}| = \frac{m |\Delta v|}{\Delta t} = \frac{8}{10} \times \frac{10(t_2 - t_1)}{(t_2 - t_1)} = 8 \text{ N}$$

قانون سوم نیوتن

۱- نیروها همواره به صورت جفت وجود دارند و اگر یکی از این نیروها را کنش بنامیم، نیروی دیگر واکنش نامیده می شود.

۲- قانون سوم نیوتن رابطه کمی بین نیروهای کنش و واکنش را بیان می کند.

۳- طبق قانون سوم نیوتن هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می کند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21} \quad \text{(قانون سوم نیوتون)} \quad -۴$$

۵- نیروهای کنش و واکنش منجر به اثرات متفاوت می شوند.

۶- نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می شوند و هم نوع هستند.

سوال امتحان نهایی:

دو شخص به جرم های ۷۵ کیلوگرم و ۵۰ کیلوگرم با کفش های چرخ دار در یک سالن مسطح و صاف رو به روی هم ایستاده اند. شخص اول با نیروی ۱۲۰ نیوتون شخص دوم را به طرف راست هل می دهد. (دی ۹۸)



الف) شتابی که شخص دوم می گیرد چقدر است؟

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

پاسخ:

$$F_{12} = m_2 a_2 \quad (0.25) \quad a_2 = \frac{120}{50} = 2.4 \text{ m/s}^2 \quad (0.25) \quad \text{الف)}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (0.25) \quad a_1 = \frac{-120}{75} \vec{i} = (-1.6 \text{ m/s}^2) \vec{i} \quad (0.5) \quad \text{ب)}$$

چرا هنگام بلند کردن چمدان از سطح زمین، دست شما به طرف پایین کشیده می‌شود؟


پاسخ:


هنگامی که چمدان را بلند می‌کنیم، به اندازه نیروی وزن آن نیرو وارد می‌کنیم، بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، چمدان نیز به همان اندازه به دست ما و در خلاف جهت، یعنی رو به پایین نیرو وارد می‌کند.

سوال تمرین فصل کتاب

توپی به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد. نیروهای وارد بر توپ را رسم کنید و واکنش آنها را بنویسید.

پاسخ:

	
هنگام پایین آمدن	
واکنش	کنش
نیروی که توپ به زمین وارد می‌کند. \vec{W}'	نیروی که زمین به توپ وارد می‌کند. \vec{W}
نیروی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. \vec{F}_b'	نیروی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می‌شود. \vec{F}_b

	
هنگام بالا رفتن	
واکنش	کنش
نیروی که توپ به زمین وارد می‌کند. \vec{W}'	نیروی که زمین به توپ وارد می‌کند. \vec{W}
نیروی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. \vec{F}_b'	نیروی که از طرف مولکول‌های هوا رو به پایین به توپ وارد می‌شود. \vec{F}_b

تست:

- هنگام بالا رفتن یک بالگرد (هلی کوپتر) به طور عمودی، کدام نیرو بالگرد را بالا می برد؟
- (۱) نیرویی که موتور بالگرد بر پره های آن وارد می کند.
 (۲) نیرویی که پره ها بر هوا وارد می کنند.
 (۳) واکنش نیرویی که پره ها بر هوا وارد می کنند.
 (۴) واکنش نیروی وزن بالگرد

پاسخ: گزینه ۳

بررسی گزینه ها:

- (۱) نادرست است؛ زیرا نیروهایی که اجزاء یک جسم بر یکدیگر وارد می کنند (نیروی داخلی) بر حرکت جسم اثر ندارد.
 (۲) نادرست است؛ زیرا این نیرو هوا را پایین می برد و به بالگرد وارد نمی شود.
 (۳) درست است؛ زیرا هوا بر پره های بالگرد، نیرویی رو به بالا وارد می کند.
 (۴) نادرست است؛ زیرا واکنش وزن بالگرد بر کره زمین وارد می شود.

تست:

دو نفر به جرم های $m_1 = 60 \text{ kg}$ و $m_2 = 80 \text{ kg}$ روی سطح افقی با اصطکاک ناچیز، مقابل هم ایستاده اند. این دو نفر با هل دادن یکدیگر به حرکت درمی آیند و از هم دور می شوند. اگر در لحظه جدا شدن از یکدیگر، تندی اولی (شخص با جرم m_1) $1/2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، انرژی جنبشی دومی در لحظه جدا شدن چند ژول است؟

۴۳/۲ (۴)

۳۲/۴ (۳)

۱۰۲/۴ (۲)

۷۶/۸ (۱)

پاسخ:

پاسخ: گزینه ۳

اندازه نیرویی که این دو نفر بر یکدیگر وارد می کنند برابر است، پس طبق قانون دوم نیوتون ($F_{\text{net}} = ma$) شتاب آن ها به نسبت عکس جرم آن ها است $(\frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2})$. در مدتی که هریک از آن ها دیگری را هل می دهد، به خودش نیز نیرو وارد می شود، پس مدت اثر نیرو بر هر دو مساوی است.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v_0=0} v = at \xrightarrow{t_1=t_2} \frac{v_2}{v_1} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{60}{80} = \frac{3}{4} \xrightarrow{v_1=1/2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} v_2 = 0.9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 80 \times 0.9^2 = 32.4 \text{ J}$$