

پرسش های کنکور سراسری

۱. گلوله‌ای در شرایط خلأ از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود. این گلوله بعد از رسیدن به زمین ۳ ثانیه طول می‌کشد تا سرعتش به صفر برسد. بزرگی نیروی متوسطی که در این ۳ ثانیه به گلوله وارد می‌شود، چند برابر وزن گلوله است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۵ (۱)      ۱۰ (۲)      ۳۰ (۳)      ۴۰ (۴)

۲. ماهواره‌ای به جرم  $250 \text{ kg}$  در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. اگر فاصله‌ی ماهواره از سطح زمین  $1600$  کیلومتر باشد، انرژی جنبشی ماهواره چند گیگاژول است؟  $(R_e = 6400 \text{ km}, g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۶۴ (۱)      ۶۴۰ (۲)      ۶۴۰۰ (۳)      ۶۴۰۰۰ (۴)

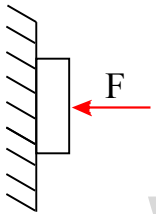
۳. دو وزنه‌ی  $A$  و  $B$  با سرعت اولیه‌ی یکسان، مماس بر یک سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر جرم وزنه  $A$  نصف جرم وزنه‌ی  $B$  و ضریب اصطکاک آن ۲ برابر ضریب اصطکاک وزنه‌ی  $B$  باشد، مسافتی که وزنه  $A$  طی می‌کند تا بایستد، چند برابر مسافتی است که وزنه‌ی  $B$  طی می‌کند تا بایستد؟

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

۴. دو وزنه‌ی  $A$  و  $B$  با سرعت اولیه‌ی یکسان، مماس بر یک سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر جرم وزنه  $A$  نصف جرم وزنه‌ی  $B$  و ضریب اصطکاک آن ۲ برابر ضریب اصطکاک وزنه‌ی  $B$  باشد، مسافتی که وزنه  $A$  طی می‌کند تا بایستد، چند برابر مسافتی است که وزنه‌ی  $B$  طی می‌کند تا بایستد؟

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

۵. در شکل زیر، جسم با نیروی افقی  $F_1$  در آستانه حرکت قرار می‌گیرد و با نیروی افقی  $F_2$  با سرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد.



اگر نیروی اصطکاک در این دو حالت به ترتیب  $f_1$  و  $f_2$  باشد، کدام مورد درست است؟  $(\mu_s > \mu_k)$

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

۶. بزرگی اندازه‌ی حرکت (تکانه) جسمی به جرم  $2$  کیلوگرم برابر  $6 \frac{kgm}{s}$  است، انرژی جنبشی جسم چند ژول است؟

- ۳ (۱)      ۶ (۲)      ۹ (۳)      ۱۲ (۴)

۷. انرژی جنبشی الکترونی  $1.8 \text{ eV}$  است. تکانه آن در  $SI$  چقدر است؟  $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

- (۱)  $3.6 \times 10^{-25}$       (۲)  $3.6 \times 10^{-26}$       (۳)  $7.2 \times 10^{-25}$       (۴)  $7.2 \times 10^{-26}$

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

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

۹. صندوقی در کف کامیونی قرار دارد و کامیون با سرعت  $15 \frac{m}{s}$  در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است و ضریب اصطکاک ایستایی صندوق با کف کامیون  $0.25$  است. این کامیون پس از ترمز مناسب، کوتاه ترین فاصله ای که می تواند طی کند و متوقف شود، بدون اینکه صندوق بلغزد چند متر است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

۴۵ (۴)

۴۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

۱۰. در شکل روبه رو، بار اول نخ را به آرامی پایین می کشیم و به تدریج این نیرو را افزایش می دهیم تا یکی از نخ ها پاره شود، بار دوم همین آزمایش را به این ترتیب تکرار می کنیم که نخ را بصورت ضربه ای در یک لحظه به پایین می کشیم تا یکی از نخ های دو طرف وزنه پاره شود. در مورد این آزمایش کدام درست است؟



(۱) در هر دو آزمایش نخ از قسمت پایین وزنه پاره می شود.

(۲) در هر دو آزمایش نخ از قسمت بالای وزنه پاره می شود.

(۳) در آزمایش اول نخ از بالای وزنه پاره می شود و در آزمایش دوم از پایین وزنه

(۴) در آزمایش اول نخ از پایین وزنه پاره می شود و در آزمایش دوم از بالای وزنه

۱۱. سه نیرو، هم زمان بر وزنه ای به جرم  $5kg$  اثر می کنند. اگر بردار نیروها در  $SI$  به صورت  $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$ ،  $\vec{F}_2 = 1\vec{i} + 2\vec{j}$  و  $\vec{F}_3 = -1\vec{j}$  باشند، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد شد؟

$$10\sqrt{2} \text{ (۴)}$$

$$10 \text{ (۳)}$$

$$5\sqrt{2} \text{ (۲)}$$

$$5 \text{ (۱)}$$

۱۲. اگر  $m$ ،  $v$  و  $p$ ، به ترتیب جرم، سرعت و تکانه ی یک جسم باشد، کدام رابطه نشان دهنده ی انرژی جنبشی آن جسم است؟

$$\frac{mp^2}{2} \text{ (۴)}$$

$$\frac{p^2}{2m} \text{ (۳)}$$

$$\frac{pv}{2m} \text{ (۲)}$$

$$\frac{mv}{2p} \text{ (۱)}$$

۱۳. دو ماهواره ی  $A$  و  $B$  به جرم های  $m_A$  و  $m_B = 2m_A$  روی دو مدار دایره ای شکل دور زمین می چرخند. ماهواره ی  $A$  در ارتفاع  $6370 km$  و ماهواره ی  $B$  در ارتفاع  $12740 km$  از سطح زمین قرار دارند. انرژی جنبشی ماهواره ی  $A$  چند برابر انرژی جنبشی ماهواره ی  $B$  است؟ (شعاع زمین را  $6370 km$  فرض کنید.)

$$\frac{3}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{3}{2} \text{ (۳)}$$

$$\frac{1}{3} \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{4} \text{ (۱)}$$

۱۴. دو ماهواره  $A$  و  $B$ ، هر یک به جرم  $m$  به دور زمین می چرخند. فاصله ماهواره  $A$  تا سطح زمین  $R_e$  و فاصله ماهواره  $B$  تا سطح زمین  $3R_e$  است. بزرگی تکانه ماهواره  $A$  چند برابر بزرگی تکانه ماهواره  $B$  است؟ ( $R_e$  شعاع کره زمین است.)

$$3 \text{ (۴)}$$

$$2 \text{ (۳)}$$

$$\sqrt{3} \text{ (۲)}$$

$$\sqrt{2} \text{ (۱)}$$

۱۵. شخصی به جرم  $80 kg$  درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه ای که آسانسور با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$  تند شونده و رو به پایین حرکت می کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می شود، چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

$$640 \text{ (۴)}$$

$$160 \text{ (۳)}$$

$$800 \text{ (۲)}$$

$$960 \text{ (۱)}$$

۱۶. جسمی به جرم  $4kg$  با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در حرکت است. اگر با تغییر سرعت جسم، انرژی جنبشی آن  $9$  برابر شود. بزرگی تکانه ی آن در  $SI$  چه قدر افزایش می یابد؟

۳۶۰ (۴)

۳۲۰ (۳)

۸۰ (۲)

۱۲ (۱)

مهندس صادق طاهری

۱۷. جسمی به جرم ۵۰ گرم از ارتفاع ۶۰ متری رها می‌شود و در لحظه‌ای، سرعت آن به  $14 \frac{m}{s}$  می‌رسد و یک ثانیه پس از آن، سرعت جسم به  $23 \frac{m}{s}$  می‌رسد. تغییر تکانه جسم در این یک ثانیه، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $\frac{9}{20}$  (۲)  $\frac{9}{10}$  (۳)  $\frac{23}{20}$  (۴)  $\frac{23}{10}$

۱۸. در نقطه‌ای که فاصله‌اش تا سطح زمین  $n$  برابر شعاع زمین است، شتاب گرانش  $\frac{1}{4}$  شتاب گرانش در سطح زمین است.  $n$  کدام است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۹. معادله‌ی تکانه جسمی به جرم ۰٫۵ کیلوگرم در  $SI$  به صورت  $P = t^2 - 10t + 20$  است. نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه  $t_1 = 5s$  تا  $t_2 = 7s$  چند نیوتون است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰. انرژی جنبشی یک دونه‌ی ۴۰ کیلوگرمی با انرژی جنبشی یک گلوله‌ی ۱۰۰ گرمی برابر است. در این حالت، بزرگی تکانه‌ی دونه چند برابر بزرگی تکانه‌ی گلوله است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۲۰

۲۱. معادله‌ی تکانه جسمی به جرم ۰٫۵ کیلوگرم در  $SI$  به صورت  $P = t^2 - 10t + 20$  است. نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه  $t_1 = 5s$  تا  $t_2 = 7s$  چند نیوتون است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۲. ماهواره‌ای به جرم  $m$  در ارتفاع  $h$  از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر نیروی مرکزگرای ماهواره  $\frac{1}{16}$  وزن ماهواره در سطح زمین باشد، ارتفاع  $H$  چند برابر شعاع زمین است؟

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۹ (۴) ۱۶

۲۳. ماهواره‌های  $A$ ،  $B$  به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی  $A$ ،  $\frac{5}{4}$  ماهواره‌ی  $B$  است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره با هم برابر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی  $B$  چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی  $A$  است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۸۰ (۳)  $\frac{4}{5}$  (۴)  $\frac{16}{25}$

۲۴. ماهواره‌ی  $A$  به جرم  $m$  در ارتفاع  $h = R_e$  از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. ماهواره‌ی  $B$  به جرم  $2m$  در فاصله‌ی چند  $R_e$  از سطح زمین به دور آن بچرخد تا تندی مداری آن نصف تندی مداری ماهواره‌ی  $A$  باشد؟ ( $R_e$  شعاع زمین است.)

- (۱) ۷ (۲)  $7\sqrt{2}$  (۳)  $4\sqrt{2}$  (۴) ۴

۲۵. جسمی به جرم  $4\text{kg}$  روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی  $\mu_k = 0.25$  قرار دارد. جسم را با نیروی افقی  $40$  نیوتون می کشیم و جسم در جهت نیرو حرکت می کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتون می توانیم کاهش دهیم، بدون اینکه سرعت جسم کاهش یابد؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۵ (۱) ۱۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰ (۴)

۲۶. گلوله‌ی آونگی به جرم  $M$  از ریسمانی به طول  $L$ ، آویزان است. گلوله روی مسیر دایره‌ای به یک طرف کشیده می شود تا به ارتفاع  $\frac{L}{5}$  بالاتر از وضعیت تعادل برسد. اگر گلوله از آن حالت رها شود، تکانه اش در هنگام عبور از پایین ترین نقطه‌ی مسیر چقدر است؟ (کمیت‌ها در  $SI$  می باشند، از مقاومت هوا صرف نظر شود و  $g$ ، شتاب گرانش است)

$\sqrt{\frac{2}{5} M^2 Lg}$  (۴)  $\sqrt{\frac{8}{5} M^2 Lg}$  (۳)  $\frac{2}{5} M \cdot Lg$  (۲)  $\frac{8}{5} M \cdot Lg$  (۱)

۲۷. یک ماهواره در فاصله‌ی  $800$  کیلومتری از سطح زمین دور می زند. اگر شتاب جاذبه در روی زمین  $\frac{9.8}{s^2} m$  و شعاع زمین  $6400 \text{ km}$  باشد، سرعت ماهواره چند کیلومتر بر ساعت است؟

- ۲۶۸۸۰ (۴) ۱۳۴۴۰ (۳) ۸۹۶۰ (۲) ۴۴۸۰ (۱)

۲۸. تکانه‌ی اتومبیلی به جرم یک تن با تکانه‌ی کامیونی به جرم پنج تن برابر است. انرژی جنبشی کامیون چند برابر انرژی جنبشی اتومبیل است؟

- $\frac{1}{5}$  (۴)  $\frac{1}{25}$  (۳) ۲۵ (۲) ۵ (۱)

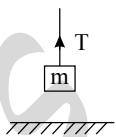
۲۹. دو گلوله‌ی  $A$  و  $B$  تکانه‌ی یکسانی دارند. اگر جرم گلوله‌ی  $B$ ، سه برابر جرم گلوله‌ی  $A$  باشد و انرژی جنبشی گلوله‌ی  $A$  برابر  $18J$  باشد، انرژی جنبشی گلوله  $B$  چند ژول است؟

- ۲ (۱) ۶ (۲) ۱۲ (۳) ۴۸ (۴)

۳۰. در یک تصادف اتومبیل، سرعت اتومبیل از  $54 \frac{km}{h}$  به صفر می رسد و زمان این حرکت کندشونده  $0.3s$  است. در این تصادف، برای اینکه مسافری به جرم  $60 \text{ kg}$  از پشتی صندلی جدا نشود (به جلو پرت نشود)، بزرگی نیروی متوسطی که کمربند ایمنی باید بر او وارد کند، تقریباً چند نیوتون است؟

- ۶۳۰۰ (۴) ۶۰۰۰ (۳) ۳۰۰۰ (۲) ۳۶۰۰ (۱)

۳۱. اگر در شکل مقابل اندازه‌ی نیروی کشش نخ  $\frac{1}{3}$  وزن جسم باشد، شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟



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

۳۲. جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت  $5 \frac{m}{s}$  در حال حرکت است. اگر نیروی افقی  $F = 3N$  در جهت

حرکت جسم به مدت  $4$  ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت، تکانه‌ی جسم چند  $\frac{kg \cdot m}{s}$  می شود؟

- ۳۸ (۴) ۲۲ (۳) ۱۸ (۲) ۱۲ (۱)

۳۳. اگر با ثابت ماندن جرم یک گلوله، انرژی جنبشی آن ۷۵ درصد کاهش یابد، اندازه ی تکانه ی آن گلوله چند درصد کاهش می یابد؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵

۳۴. فرض کنید بر جسمی به جرم ۰٫۵ دو نیروی  $\vec{F}_1 = -2\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2 = 3\vec{i} - 4\vec{j}$  اثر می کند بزرگی شتاب حرکت این جسم چقدر است؟ (تمام مقادیر در SI هستند.)

- (۱) ۱ (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵

۳۵. جسمی به جرم  $6\text{kg}$  روی یک سطح افقی قرار دارد. اگر به جسم نیروی افقی  $24\text{N}$  وارد کنیم، شتاب حرکت  $3\text{m/s}^2$  می شود. ضریب اصطکاک لغزشی بین سطح و جسم کدام است؟

- (۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۲ (۳) ۰٫۲۵ (۴) ۰٫۵

۳۶. جرم جسمی  $2\text{kg}$  و سرعت آن در یک مسیر مستقیم  $v_1$  است. اگر سرعت آن به اندازه ی  $8\text{m/s}$  افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۴ برابر می شود. تکانه (اندازه ی حرکت) آن قبل از افزایش سرعت چند کیلوگرم متر بر ثانیه بوده است؟

- (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۲۴ (۴) ۳۲

۳۷. 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؟ (یکها در SI است.)

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

۳۸. شخصی به وزن  $600\text{N}$  درون آسانسوری، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و ترازو عدد  $480\text{N}$  را نشان می دهد. شتاب آسانسور چند متر بر مجذور ثانیه و به کدام جهت است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- (۱) ۲، پایین (۲) ۲، بالا (۳)  $\frac{1}{2}$ ، پایین (۴)  $\frac{1}{2}$ ، بالا

۳۹. اتومبیلی در مسیر افقی با سرعت  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  در حرکت است. راننده ترمزی می کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جاده و لاستیک

اتومبیل ۰٫۲ باشد، اتومبیل تقریباً پس از طی چند متر متوقف می شود؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- (۱) ۵۶ (۲) ۶۲ (۳) ۱۱۲ (۴) جرم اتومبیل باید معین باشد.

۴۰. ماهواره ای در فاصله ی  $Re$  از سطح زمین در یک مدار دایره ای به دور زمین می گردد. اگر  $Re$  شعاع زمین و  $r$  شعاع مدار ماهواره و  $g$  شتاب جاذبه در روی زمین باشد، دوره ی گردش ماهواره در SI کدام است؟

- (۱)  $2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$  (۲)  $4\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$  (۳)  $2\pi \sqrt{\frac{Re}{g}}$  (۴)  $4\pi \sqrt{\frac{Re}{g}}$

۴۱. تکانه‌ی جسم  $A$  برابر با تکانه‌ی جسم  $B$  است. اگر جرم جسم  $A$  دو برابر جرم جسم  $B$  باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی جسم  $B$  است؟

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

۴۲. فاصله‌ی مدار گردش یک ماهواره تا سطح زمین دو برابر شعاع زمین است، اندازه‌ی شتاب مرکزگرای ماهواره چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانش در روی زمین است؟

(۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)  $\frac{1}{9}$

۴۳. ۲ نیروی  $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 5\vec{j}$  و  $\vec{F}_2$  به جسم ۱٫۵ کیلوگرمی اثر می‌کنند و معادله‌ی شتاب حاصل در  $SI$  به صورت  $\vec{a} = 2\vec{i} - 4\vec{j}$  می‌شود.  $\vec{F}_2$  کدام است؟

(۱)  $\vec{i} + \vec{j}$  (۲)  $\vec{i} - \vec{j}$  (۳)  $5\vec{i} - \vec{j}$  (۴)  $5\vec{i} + \vec{j}$

۴۴. فنری با ثابت  $50\text{ N/m}$  را به وزنه‌ای به جرم  $5\text{ kg}$  بسته ایم و آن را با سرعت ثابت روی یک سطح افقی می‌کشیم اگر فنر در حالت افقی باشد و  $10\text{ cm}$  افزایش طول پیدا کرده باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چقدر است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

(۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۲ (۳) ۰٫۳ (۴) ۰٫۴

۴۵. به یک جسم ۲ کیلوگرمی هم زمان چهار نیرو به اندازه‌های ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰ نیوتونی وارد می‌شود و جسم به حالت تعادل قرار دارد. اگر فقط نیروی ۱۵ نیوتنی حذف شود و دیگر نیروها با همان اندازه و جهت اثر گذار باشند، تغییر سرعت جسم بعد از ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

(۱) ۸ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۴۶. جرم دو ماهواره‌ی  $A$  و  $B$  با هم برابر است. اگر شعاع مدار ماهواره‌ی  $A$  دو برابر شعاع مدار ماهواره‌ی  $B$  باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی  $B$  است؟

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

پرسش‌های برگزیده تالیفی

۴۷. در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی  $\vec{F}$  از زمان  $t = 0$  بر آن وارد می‌شود، به طوری که سرعت آن در  $SI$  به صورت  $V = 2t + 3$  با زمان تغییر می‌کند. اگر پس از  $3\text{ s}$ ، نیروی  $\vec{F}$  قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی  $\vec{F}$  با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه‌ی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟

(۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۷ (۴) ۸

۴۸. جسم  $m$  به جرم  $2\text{ kg}$  روی سطح افقی بدون اصطکاک تحت تأثیر دو نیروی افقی  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  از مبدأ مکان و از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر در لحظه  $t = 4\text{ s}$  نیروی  $\vec{F}_1$  حذف شود، ۴ ثانیه پس از این لحظه جسم با سرعت  $\frac{12\text{ m}}{\text{s}}$  از مبدأ مکان عبور می‌کند. در این صورت  $|\vec{F}_1 + \vec{F}_2|$  چند نیوتون است؟

(۱) ۶ (۲) ۳ (۳) ۱۲ (۴) ۸

۴۹. در هر شبانه‌روز ماهواره A ۲ بار دور زمین و ماهواره B ۱۶ بار به دور زمین می‌چرخد. اندازه شتاب گرانش در محل ماهواره A چند برابر اندازه شتاب گرانش در محل ماهواره B است؟

(۱)  $\frac{1}{2}$       (۲)  $\frac{1}{4}$       (۳)  $\frac{1}{16}$       (۴)  $\frac{1}{8}$

۵۰. جسمی به جرم  $m$  کف آسانسوری قرار داده شده و آسانسور می‌تواند به هر دو شکل یکنواخت یا شتابدار حرکت کند. در کدام یک از حالت‌های زیر، نیروی وارد از طرف جسم بر کف آسانسور کم‌تر از بقیه حالت‌هاست؟

- (۱) آسانسور با شتاب  $\frac{g}{4}$  تندشونده به پایین برود.  
 (۲) آسانسور با شتاب  $\frac{g}{4}$  کندشونده به پایین برود.  
 (۳) آسانسور با شتاب  $\frac{g}{8}$  تندشونده به بالا برود.  
 (۴) آسانسور با شتاب  $\frac{g}{8}$  کندشونده به بالا برود.

۵۱. کدام یک از عبارتهای زیر صحیح است؟

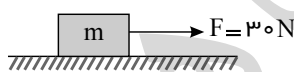
- (۱) اگر برایند نیروهای وارد بر یک جسم صفر باشد، تکانه آن صفر است.  
 (۲) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است.  
 (۳) اگر برایند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد، اندازه سرعت آن حتماً تغییر می‌کند.  
 (۴) در حرکت شتاب‌دار تندشونده بر روی خط راست، بردارهای سرعت و نیرو هم جهت‌اند.

۵۲. جسمی به جرم ۲ کیلوگرم از ارتفاع ۳۰ متری سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌شود و بعد از ۳ ثانیه به زمین می‌رسد. اندازه نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت این جسم چند نیوتن است؟ (اندازه نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت جسم را ثابت فرض کنید).

(۱) ۱۰      (۲)  $\frac{20}{3}$       (۳)  $\frac{10}{3}$       (۴)  $\frac{40}{3}$

۵۳. در شکل مقابل،  $m = 5\text{kg}$  است. نیروی افقی  $F$  وزنه را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و در مدت ۵ ثانیه سرعت آن را به

$10 \frac{m}{s}$  می‌رساند و در این لحظه ( $t = 5\text{s}$ ) نیروی  $F$  قطع می‌شود. چند ثانیه بعد از قطع شدن نیروی  $F$ ، وزنه متوقف می‌شود؟



- (۱) ۱۰  
 (۲) ۵  
 (۳) ۲٫۵  
 (۴) ۱٫۲۵

۵۴. در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم  $2\text{kg}$  روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی  $\vec{F}$  از زمان  $t = 0$  بر آن وارد می‌شود،

به طوری که سرعت آن در  $SI$  به صورت  $V = 2t + 3$  با زمان تغییر می‌کند. اگر پس از  $3\text{s}$ ، نیروی  $\vec{F}$  قطع شده و جسم ۶ ثانیه

پس از قطع نیروی  $\vec{F}$  با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتن است؟

- (۱) ۴      (۲) ۶      (۳) ۷      (۴) ۸

۵۵. وقتی یک گلوله به طور مایل پرتاب می‌شود، با چشم‌پوشی از مقاومت هوا کدام یک از موارد زیر در طول مسیر (قبل از برخورد با

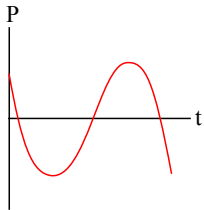
زمین) ثابت می‌ماند؟

- (۱) آهنگ تغییر اندازه حرکت      (۲) آهنگ تغییر انرژی جنبشی



مهندیس صادق طاهری

۵۶. متحرکی روی خط راست حرکت می کند و نمودار اندازه حرکت بر حسب زمان آن به شکل مقابل است. در مدت نشان داده شده در شکل، جهت برآیند نیروهای وارد بر جسم چند مرتبه تغییر می کند؟



- ۱ (۱)  
۲ (۲)  
۳ (۳)  
۴ (۴) صفر

۵۷. یک توپ فوتبال به جرم ۶۰۰ گرم، روی سطح افقی با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در حرکت است. یک بازیکن ضربه‌ای از روبه‌رو به آن وارد می کند و آن را با سرعت  $15 \frac{m}{s}$  در همان راستا و در خلاف جهت قبلی برمی گرداند. اگر مدت تماس پای بازیکن با توپ ۴۰۰ میلی ثانیه باشد، اندازه نیروی متوسطی که پای او بر توپ وارد می کند، چند نیوتن است؟

- ۱۵۰ (۱)      ۷۵ (۲)      ۳۷٫۵ (۳)      ۹۲٫۵ (۴)

۵۸. دو جسم، به جرم  $m$  در فاصله  $r$  به یکدیگر نیروی گرانشی به بزرگی  $F$  وارد می کنند. چند درصد از جرم یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله قبلی، بزرگی نیروی گرانشی بین آن‌ها ۲۵ درصد کاهش یابد؟

- ۷۵ (۱)      ۲۵ (۲)      ۵۰ (۳)      ۳۳ (۴)

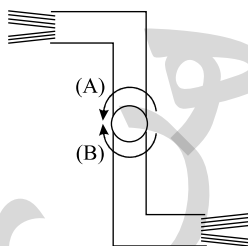
۵۹. متحرکی به صورت یکنواخت روی دایره‌ای به شعاع ۵ متر می گردد. اگر نیروی مرکزگرای وارد بر آن ۱۰۰۰ نیوتن و اندازه حرکت آن ۵۰۰ کیلوگرم متر بر ثانیه باشد، سرعت خطی آن چند متر بر ثانیه است؟

- ۱۰ (۱)      ۱۵ (۲)      ۲۰ (۳)      ۲۵ (۴)

۶۰. سرعت جسمی به جرم ۸ کیلوگرم، در مدت ۲ ثانیه  $\vec{V}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$  به  $\vec{V}_2 = 8\vec{i} + 6\vec{j}$  می رسد. در این مدت، اندازه برآیند نیروهای وارد بر جسم چند نیوتن است؟ (بردارهای سرعت در SI داده شده است.)

- ۸ $\sqrt{29}$  (۱)      ۲۰ (۲)      ۴ $\sqrt{29}$  (۳)      ۴۰ (۴)

۶۱. در فواره شکل زیر، آب از دو انتهای آن خارج می شود. فواره در جهت ..... می چرخد و چرخش آن با استفاده از قانون ..... نیوتن قابل توجیه است.



- ۱ - A سوم  
۲ - B اول  
۳ - A اول  
۴ - B سوم

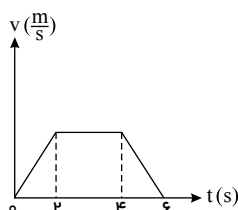
۶۲. جسمی به وزن  $W$  را با نیروی افقی  $\vec{F}$  به دیوار قائمی ثابت نگه داشته‌ایم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار برابر با  $\mu_s$  باشد، کمینه اندازه نیروی  $\vec{F}$  برای آن که جسم به سمت پایین نلغزد، کدام است؟

- ۱)  $\frac{W}{\mu_s}$   
۲)  $W\sqrt{1 + \mu_s^2}$   
۳)  $\mu_s W$   
۴)  $\frac{W}{\sqrt{1 + \mu_s^2}}$

۶۳. دو جسم با جرم‌های  $m_1$  و  $m_2 = 5m_1$  در فاصله  $8m$  از هم قرار دارند و بر هم نیروی جاذبه گرانشی  $F$  وارد می‌کنند. اگر فاصله بین دو جسم را  $32m$  افزایش دهیم، اندازه نیروی جاذبه گرانشی بین دو جسم نسبت به حالت اولیه به اندازه چند درصد کاهش می‌یابد؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۸۰ (۳) ۹۳٫۷۵ (۴) ۹۶

۶۴. نمودار سرعت - زمان آسانسوری که از طبقه سوم یک ساختمان و از حال سکون به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. شخصی داخل این آسانسور روی ترازو ایستاده است. اگر عددی که ترازو در دو ثانیه اول، دو ثانیه دوم و دو ثانیه سوم حرکت آسانسور نشان می‌دهد به ترتیب برابر با  $W_1$ ،  $W_2$  و  $W_3$  باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



- (۱)  $W_1 > W_2 > W_3$   
(۲)  $W_3 = W_2 > W_1$   
(۳)  $W_3 > W_2 > W_1$   
(۴)  $W_1 > W_2 = W_3$

۶۵. روی سطحی افقی، جسمی به صورت مماس بر سطح با سرعت اولیه  $10 \frac{m}{s}$  پرتاب می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم

و سطح برابر با  $0.3$  باشد، پس از  $6$  متر جابه‌جایی، سرعت جسم چند درصد کاهش می‌یابد؟  $(g = 10 \frac{N}{kg})$

- (۱) ۳۶ (۲) ۸۰ (۳) ۶۴ (۴) ۲۰

۶۶. در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم  $m$  را در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر بردار تغییر اندازه حرکت گلوله بین

لحظه‌های  $t_1 = 2s$  و  $t_2 = 6s$  در  $SI$  برابر با  $-25\vec{j}$  باشد،  $m$  چند گرم است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۵۷۵ (۳) ۶۲۵ (۴) ۲۵۰

۶۷. مطابق شکل زیر یک گوی کروی به جرم  $m$  به کمک نخ سبکی از سقف آویخته شده است. نیروی واکنش نیروی وزن گوی کروی، به چه جسمی وارد می‌شود؟

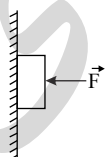


- (۱) سقف (۲) نخ (۳) گوی (۴) زمین

۶۸. مطابق شکل زیر جسم  $m = 2kg$  که تحت تأثیر نیروی افقی  $\vec{F}$  قرار دارد، با سرعت ثابت  $40 \frac{m}{s}$  در راستای قائم پایین می‌آید.

اگر در یک لحظه اندازه نیروی افقی  $\vec{F}$  بدون تغییر جهت آن دو برابر شود، مسافت طی شده توسط جسم  $2$  ثانیه پس از این لحظه چند

متر است؟  $(g = 10 \frac{N}{kg})$



- (۱) ۲۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۶۹. در ارتفاع ۳۶۰۰ کیلومتری از سطح زمین ماهواره‌ای با حرکت دایره‌ای یکنواخت به دور زمین در حال گردش است. بزرگی تندی

مداری این ماهواره چند متر بر ثانیه است؟ ( $R_E = 6400 \text{ km}$  شعاع زمین،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ : شتاب گرانش در سطح زمین)

- ۶۴۰۰ (۱)      ۳۲۰۰ (۲)      ۱۶۰۰ (۳)      ۴۸۰۰ (۴)

۷۰. ماهواره‌ای به جرم  $2000 \text{ kg}$  در ارتفاع  $h$  از سطح زمین در حال حرکت دایره‌ای یکنواخت به دور زمین است. در صورتی که

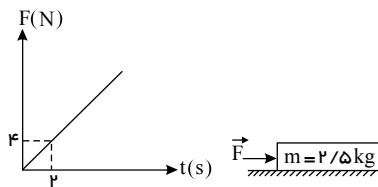
اندازه شتاب مرکز گرای ماهواره در این نقطه برابر  $4 \frac{m}{s^2}$  باشد، وزن ماهواره در این نقطه چند نیوتون است؟

- ۵۰۰ (۱)      ۸۰۰۰ (۲)      ۳۲۰۰۰ (۳)      ۲۰۰۰۰ (۴)

۷۱. در شکل زیر نمودار تغییرات اندازه نیروی افقی  $\vec{F}$  که به جسمی به جرم  $m$  وارد می‌شود، بر حسب زمان نشان داده شده است.

اگر جسم در ابتدا ساکن و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی به ترتیب برابر با  $0.4$  و  $0.2$  باشد، تغییر تکانه جسم در بازه زمانی

$t = 4 \text{ s}$  تا  $t = 8 \text{ s}$  چند واحد  $SI$  است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



۱۰ (۱)

۲۴ (۲)

۸ (۳)

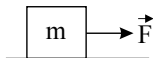
۴۸ (۴)

۷۲. در شکل زیر، جسم  $m$  تحت تأثیر نیروی افقی  $\vec{F}$  به سمت راست با شتاب ثابت در حال حرکت است. اگر در یک لحظه نیروی  $F$

در صفحه کاغذ و  $90^\circ$  درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت طوری بچرخد که در راستای قائم به جسم به طرف بالا وارد شود، بزرگی

شتاب جسم در راستای افقی دو برابر می‌شود. چنانچه ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح برابر با  $0.4$  باشد، بزرگی نیروی  $F$  چند

برابر وزن جسم است؟ (جسم در هر دو حالت روی سطح افقی حرکت می‌کند.)



$\frac{1}{5}$  (۱)

$\frac{1}{4}$  (۲)

$\frac{1}{2}$  (۳)

۲ (۴)

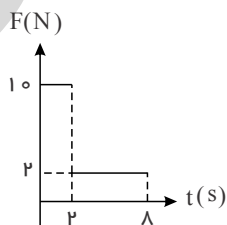
۷۳. سه نیرو با بردارهای  $\vec{F}_1 = 4\vec{i} + 7\vec{j}$ ،  $\vec{F}_2 = 12\vec{i} + 9\vec{j}$  و  $\vec{F}_3 = \alpha\vec{i} + 2\vec{j}$  هم‌زمان به جسمی به جرم  $10 \text{ kg}$  اثر کرده و آن

جسم را از حال سکون با شتاب  $3 \frac{m}{s^2}$  به حرکت در می‌آورند. کدام است  $\alpha$ ؟ (تمام کمیت‌ها در  $SI$  هستند.)

- ۸ (۱)      ۶ (۲)      ۴ (۳)      ۲ (۴)

۷۴. شکل مقابل، نمودار تغییرات نیرو بر حسب زمان را برای یک جسم نشان می‌دهد. اگر جرم این جسم  $2 \text{ kg}$  باشد، در بازه  $t_1 = 1 \text{ s}$

تا  $t_2 = 5 \text{ s}$  تغییرات سرعت این جسم چند متر بر ثانیه خواهد بود؟



۱۲ (۱)

۱۶ (۲)

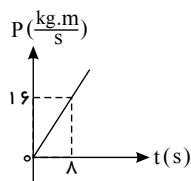
۶ (۳)

۸ (۴)

۷۵. جسمی به جرم  $m$  را با فنری به ثابت  $\frac{N}{m}$   $500$  متصل کرده و سپس آن را در راستای قائم با شتاب ثابت  $\frac{m}{s^2}$   $2$  به طرف بالا به حرکت در می‌آوریم. اگر در این حالت، میزان افزایش طول فنر نسبت به حالت عادی آن  $2\text{cm}$  باشد، جرم جسم چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۵ (۲) ۱ (۳)  $\frac{5}{6}$  (۴)  $\frac{1}{6}$

۷۶. نمودار تکانه بر حسب زمان جسمی به جرم  $2,5\text{kg}$  که تحت تأثیر نیروی افقی  $\vec{F}$  روی سطح افقی دارای اصطکاکی با ضریب اصطکاک جنبشی  $0,2$  حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. بزرگی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

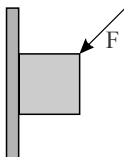


- (۱) ۱۲ (۲) ۱۰ (۳) ۷ (۴) ۳

۷۷. جسمی به جرم  $8\text{kg}$  در کف یک آسانسور در حال حرکت، روی یک ترازو قرار گرفته است. آسانسور ابتدا با شتاب  $\frac{m}{s^2}$   $4$  تندشونده بالا می‌رود و سپس با شتاب  $\frac{m}{s^2}$   $5$  کندشونده متوقف می‌شود. اختلاف وزنی که ترازو در این دو حالت نشان می‌دهد چند نیوتن است؟

- (۱) ۸ (۲) ۲۴ (۳) ۴۰ (۴) ۷۲

۷۸. در شکل زیر، جسمی را با نیروی  $F$  به دیوار تکیه داده‌ایم و جسم ساکن است. نیروی اصطکاک وارد بر جسم و همچنین نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر آن به ترتیب در کدام جهت است؟



- (۱) بالا - راست  
(۲) بالا - چپ  
(۳) پایین - راست  
(۴) پایین - چپ

۷۹. متحرکی به جرم  $6$  کیلوگرم از حال سکون و با شتاب ثابت  $0,5\text{m/s}^2$  در مسیری مستقیم به حرکت در می‌آید. بعد از چه مدت زمانی بر حسب ثانیه، اندازه‌ی تکانه‌ی آن به  $12\text{kg}\cdot\text{m/s}$  می‌رسد؟

- (۱) ۰,۲۵ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

۸۰. جسمی در حال حرکت با اندازه‌ی شتاب ثابت می‌باشد. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این جسم، الزاماً درست است؟  
(۱) امتداد سرعت آن ثابت است.  
(۲) مسیر حرکت آن خط راست است.  
(۳) اندازه‌ی نیروی وارد بر آن ثابت است.  
(۴) تکانه‌ی وارد بر آن ثابت است.

۸۱. یک خودروی سواری و یک کامیون که جرم کامیون  $1,5$  برابر جرم خودروی سواری است، هر دو با سرعت ثابت  $V$  در جاده‌ای مستقیم و افقی در حرکت‌اند. اگر نیروی لازم برای متوقف کردن سواری در مسافت  $d$  برابر با  $F$  باشد، اندازه‌ی این نیرو برای متوقف کردن کامیون در همان مسافت چند  $F$  است؟

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

۸۲. دو جرم نقطه‌ای  $A$  و  $B$  با نسبت جرم  $\frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{3}$  در فاصله‌ی ۲ متری از یک‌دیگر قرار دارند. جرم  $M$  را بین دو جسم و روی

خط واصل آن‌ها طوری قرار می‌دهیم که بزرگی نیروی گرانشی بین  $m_A$  و  $M$ ،  $\frac{1}{3}$  بزرگی نیروی گرانشی بین  $m_B$  و  $M$  باشد، فاصله‌ی جرم  $M$  از جرم  $m_B$  چند سانتی‌متر است؟

(۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{200}{3}$  (۴)  $\frac{100}{3}$

۸۳. در شکل مقابل، جعبه‌ای به جرم  $m = 5\text{ kg}$  توسط نیروی افقی  $F = 12\text{ N}$  با شتاب  $\frac{m}{s^2}$  به طرف راست کشیده می‌شود. اگر وزنه‌ای به جرم  $5\text{ kg}$  داخل جعبه قرار دهیم و اندازه‌ی نیروی  $F$  برابر ۲۲ نیوتن شود، شتاب حرکت جعبه چند متر بر مربع ثانیه می‌شود؟ ( $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$ )



(۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۲ (۳) ۰٫۳ (۴) ۰٫۴

۸۴. جسمی به جرم  $10\text{ kg}$  روی سطحی افقی با اعمال نیروی افقی  $\vec{F}$  با سرعت ثابت  $2 \frac{m}{s}$  در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی افقی  $\vec{F}$  را چند نیوتون کاهش دهیم تا جسم پس از طی مسافت ۴ متر متوقف شود؟ (جهت نیروی  $\vec{F}$  ثابت است.)

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۸۵. اگر اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد افزایش خواهد یافت؟ (جرم جسم ثابت است.)

(۱) ۴۰ (۲) ۲۲ (۳) ۲۰ (۴) ۴۴

۸۶. اگر حجم سیاره‌ی  $A$ ، ۲۷ برابر حجم سیاره‌ی  $B$  و جرم آن  $10$  برابر جرم سیاره‌ی  $B$  باشد، اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح سیاره‌ی  $A$  چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح سیاره‌ی  $B$  است؟

(۱)  $\frac{9}{10}$  (۲)  $\frac{10}{9}$  (۳)  $\frac{3}{10}$  (۴)  $\frac{10}{3}$

۸۷. یک وزنه‌ی  $10$  کیلوگرمی روی کف آسانسور قرار دارد و آسانسور که با سرعت  $6 \frac{m}{s}$  در حال پایین رفتن بوده در مدت ۳ ثانیه با شتاب ثابت متوقف می‌شود. در این مدت اندازه نیرویی که وزنه بر کف آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

(۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۲۰

۸۸. در شکل زیر درون سطلی به جرم  $1,5\text{ kg}$ ، وزنه‌ای به جرم  $1\text{ kg}$  گذاشته شده و با نیروی قائم  $\vec{F}$  به سمت بالا حرکت داده می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از سوی وزنه به کف سطل وارد می‌شود  $12\text{ N}$  باشد، اندازه‌ی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون



است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

(۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۸۹. در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم را از سطح زمین با زاویه‌ی  $45^\circ$  بالای سطح افق با سرعت اولیه‌ی  $80 \frac{m}{s}$  پرتاب می‌کنیم. بزرگی تغییر اندازه‌ی حرکت گلوله بین لحظه‌های  $t = 3s$  تا  $t = 6s$ ، چند کیلوگرم متر بر ثانیه می‌باشد؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

۴ (۱)       $18\sqrt{2}$  (۲)      ۶ (۳)       $4\sqrt{2}$  (۴)

۹۰. بردار مکان مراکز دو جرم  $m_1$  و  $m_2$  در  $SI$  به ترتیب به صورت  $\vec{r}_1 = 7\vec{i} + 2\vec{j}$  و  $\vec{r}_2 = -5\vec{i} - 3\vec{j}$  می‌باشد. نیروی گرانشی که جرم  $m_1$  به جرم  $m_2$  وارد می‌کند، هم جهت با کدام یک از بردارهای زیر است؟

$12\vec{i} - 5\vec{j}$  (۱)       $-12\vec{i} - 5\vec{j}$  (۲)  
 $12\vec{i} + 5\vec{j}$  (۳)       $-12\vec{i} + 5\vec{j}$  (۴)

۹۱. در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم  $200g$  از ارتفاع ۲۰ متری یک توده‌ی شنی با سرعت  $15 \frac{m}{s}$  در راستای قائم به سمت پایین پرتاب می‌شود و پس از فرو رفتن در راستای قائم در توده‌ی شنی متوقف می‌شود. اگر مدت زمان حرکت گلوله در توده‌ی شنی تا لحظه‌ی توقف کامل آن ۰٫۱ ثانیه باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که از طرف توده‌ی شنی به گلوله وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

۵۲ (۱)      ۵۰ (۲)      ۴۸ (۳)      ۵ (۴)

۹۲. اگر اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح زمین  $10 \frac{m}{s^2}$  باشد، وزن جسمی به جرم  $36kg$  در ارتفاع  $3Re$  از سطح زمین چند نیوتون است؟ ( $Re$  شعاع زمین است).

۱۳٫۵ (۱)      ۹۰ (۲)      ۴۰ (۳)      ۲۲٫۵ (۴)

۹۳. معادله‌ی سرعت جسمی به جرم  $3kg$  در  $SI$  به صورت  $v = 2t^2 - 4t + 6$  است. نیروی متوسط وارد بر این جسم در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 4s$  چند نیوتن است؟

۱۲ (۱)      ۲۴ (۲)      ۴۸ (۳)      ۷۲ (۴)

۹۴. معادله‌ی سرعت جسمی به جرم  $3kg$  در  $SI$  به صورت  $v = 2t^2 - 4t + 6$  است. نیروی متوسط وارد بر این جسم در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 4s$  چند نیوتن است؟

۱۲ (۱)      ۲۴ (۲)      ۴۸ (۳)      ۷۲ (۴)

۹۵. اگر انرژی جنبشی جسمی ۹۱ درصد کاهش یابد، تکانه‌ی آن جسم چند درصد کاهش خواهد یافت؟

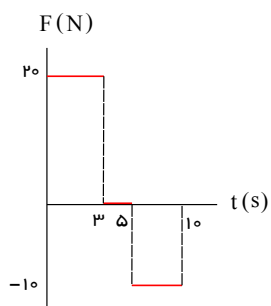
۷۰ (۱)      ۳۰ (۲)      ۹۰ (۳)      ۹۱ (۴)

۹۶. دو ماهواره‌ی  $A$  و  $B$  با جرم‌های یکسان به دور زمین حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهند. اگر انرژی جنبشی ماهواره‌ی  $B$ ، ۴ برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی  $A$  باشد، دوره‌ی تناوب ماهواره‌ی  $A$  چند برابر دوره‌ی تناوب ماهواره‌ی  $B$  است؟

$\frac{1}{4}$  (۱)       $\frac{1}{8}$  (۲)      ۸ (۳)      ۴ (۴)

۹۷. شکل زیر نمودار نیروی وارد بر جسمی به جرم  $۲\text{kg}$  است که با سرعت اولیه‌ی  $۱۰ \frac{m}{s}$  روی خط راست شروع به حرکت می‌کند.

سرعت جسم در لحظه‌ی  $t = ۱۰\text{s}$  چند متر بر ثانیه است؟



(۲)  $-۱۰$

(۱)  $-۵$

(۴)  $۱۵$

(۳)  $۵$

۹۸. به انتهای فنر قائمی با طول عادی  $۲۰\text{cm}$ ، کفه‌ای به جرم  $m$  وصل می‌کنیم. در این حالت طول فنر  $۲۵\text{cm}$  می‌شود. اگر با قرار دادن یک وزنه‌ی  $۲۰۰\text{g}$  گرمی بر روی این کفه،  $۸\text{cm}$  دیگر به طول فنر اضافه شود، چند گرم است  $m$ ؟

(۴)  $\frac{۱۰۰۰}{۳}$

(۳)  $۲۰۰$

(۲)  $۱۲۵$

(۱)  $۷۵$

۹۹. جسمی به جرم  $۳\text{kg}$  روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت  $۵ \frac{m}{s}$  در حال حرکت است. اگر نیروی افقی  $F = ۴\text{N}$  در خلاف جهت حرکت جسم به مدت  $۳$  ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت تکانه جسم چند  $\frac{kg \cdot m}{s}$  می‌شود؟

(۴)  $۲۰$

(۳)  $۱۲$

(۲)  $۲۷$

(۱)  $۳$

۱۰۰. اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی که با سرعت ثابت و در مسیری مستقیم در حال حرکت است  $۲۴ \frac{kg \cdot m}{s}$  است. نیروی ثابت  $\vec{F}$  در راستای حرکت جسم و به مدت زمانی  $۲\text{s}$  به جسم وارد شده و سرعت جسم را به  $\frac{۱}{۳}$  مقدار اولیه و در خلاف جهت حرکت اولیه آن می‌رساند. بزرگی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟

(۴)  $۳۲$

(۳)  $۱۶$

(۲)  $۸$

(۱)  $۴$

۱۰۱. شخصی به جرم  $۸۰\text{kg}$  روی ترازو و در یک آسانسور ایستاده است. اختلاف عددی که ترازو نشان می‌دهد در حالتی که آسانسور با شتاب  $۲ \frac{m}{s^2}$  تندشونده پایین می‌رود، با حالتی که آسانسور با شتاب  $۳ \frac{m}{s^2}$  کندشونده بالا می‌رود، چند نیوتون است؟

(۴)  $۲۴۰$

(۳)  $۸۰$

(۲)  $۴۰۰$

(۱)  $۱۶۰$

۱۰۲. اگر  $v$ ،  $m$  و  $K$  به ترتیب جرم، سرعت و انرژی جنبشی یک جسم باشند، کدام رابطه‌ی زیر نشان‌دهنده‌ی تکانه‌ی آن جسم خواهد بود؟

(۴)  $\sqrt{۲mK}$

(۳)  $\frac{\sqrt{۲K}}{m}$

(۲)  $\sqrt{\frac{mK}{۲}}$

(۱)  $m\sqrt{۲K}$

۱۰۳. معادله‌ی تکانه - زمان برای جسمی در  $SI$  به صورت  $p = ۴t^۲ - ۲t + ۸$  است. اگر در بازه‌ی زمانی  $t_1 = ۱\text{s}$  تا  $t_2$ ، نیروی متوسط  $۱۰\text{N}$  به جسم اعمال شود.  $t_2$  چند ثانیه است؟

(۴)  $۳$

(۳)  $\frac{۱}{۲}$

(۲)  $\frac{۳}{۲}$

(۱)  $۲$



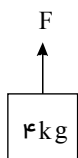
۱۰۴. توپی به جرم  $300$  گرم با سرعت افقی  $3 \frac{m}{s}$  به یک دیوار برخورد کرده و با سرعت افقی  $1 \frac{m}{s}$  بر می گردد. اگر زمان تماس

توپ با دیوار  $0.2$  ثانیه باشد، بزرگی نیروی متوسطی که دیوار به توپ وارد کرده است، چند نیوتون است؟

- ۳ (۱)      ۲ (۲)      ۶ (۳)      ۱٫۲ (۴)

۱۰۵. در شکل مقابل، اندازه‌ی شتاب جسم  $3 \frac{m}{s^2}$  است. نیروی  $F$  را چند نیوتون کاهش یا افزایش دهیم تا دوباره اندازه‌ی شتاب

حرکت جسم  $3 \frac{m}{s^2}$  شود؟



۲۸ (۱)

۲۴ (۲)

۱۲ (۳)

۱۴ (۴)

۱۰۶. چکشی به جرم  $4 \text{ kg}$  با سرعت  $10 \text{ m/s}$  به انتهای میخی برخورد کرده و با سرعت  $5 \text{ m/s}$  در همان راستا برمی گردد. اگر

متوسط اندازه‌ی نیروی وارد بر میخ  $6000 \text{ N}$  باشد، زمان برخورد چکش چند ثانیه است؟

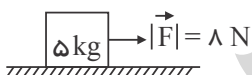
- $10^{-2}$  (۱)       $2 \times 10^{-2}$  (۲)       $\frac{1}{3} \times 10^{-2}$  (۳)       $\frac{1}{2} \times 10^{-2}$  (۴)

۱۰۷. معادله‌ی مکان - زمان، برای جسمی که روی محور  $x$  در حال حرکت است، در  $SI$  به صورت  $P = 6t^2 - 12t - 18$  است. جهت

حرکت این جسم در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه تغییر کرده است؟

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۱۰۸. در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت  $1 \frac{m}{s}$  به صورت مستقیم و افقی در جهت نیروی افقی  $\vec{F}$  حرکت می کند. چند نیوتون اندازه



ی نیروی  $\vec{F}$  را کاهش دهیم تا پس از  $5$  ثانیه این جسم متوقف گردد؟

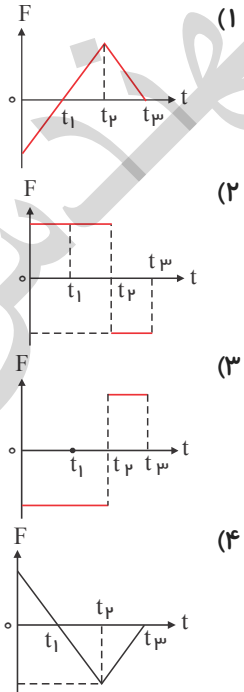
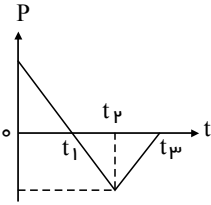
۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۷ (۴)

۱۰۹. نمودار تکانه - زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. نمودار نیروی وارد بر متحرک بر حسب زمان آن مطابق کدام گزینه است؟



۱۱۰. وزنه‌ی A به جرم m با سرعت اولیه‌ی  $V_0$  و وزنه‌ی B به جرم  $\frac{m}{p}$  با سرعت اولیه‌ی  $2V_0$  و روی یک سطح افقی، مماس بر سطح پرتاب می شوند. اگر ضریب اصطکاک وزنه‌ی A با سطح، ۳ برابر ضریب اصطکاک وزنه‌ی B با سطح باشد، مسافتی که وزنه‌ی A طی می کند تا بایستد چند برابر مسافتی است که وزنه‌ی B تا نقطه‌ی توقف طی می کند؟

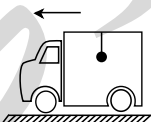
- (۱)  $\frac{1}{6}$       (۲)  $\frac{1}{4}$       (۳)  $\frac{1}{12}$       (۴)  $\frac{1}{2}$

۱۱۱. تکانه‌ی یک جسم در SI و در مدت ۴ ثانیه از  $\vec{P}_1 = -3\vec{i} + 14\vec{j}$  به  $\vec{P}_2 = 5\vec{i} + 2\vec{j}$  می رسد. بزرگی نیروی متوسط وارد بر جسم در این مدت چند نیوتن است؟

- (۱) ۵      (۲)  $\sqrt{148}$       (۳)  $\sqrt{13}$       (۴) ۲

۱۱۲. کامیونی که در حال حرکت بر مسیری مستقیم با سرعت ثابت است. ناگهان ترمز می کند، در این حالت آونگی که به سقف کامیون بسته شده است، به طرف ..... منحرف می شود. این پدیده با قانون ..... نیوتون قابل توجیه است.

- (۱) عقب - اول      (۲) عقب - دوم  
(۳) جلو - اول      (۴) جلو - دوم



۱۱۳. یک ورزشکار از طنابی که از سقف سالن ورزشی آویخته شده است بالا می رود. کدام بیان درست است؟

- (۱) عکس العمل نیروی وزن او بر طناب وارد می شود.  
(۲) نیرویی که طناب به سقف سالن وارد می کند او را بالا می برد.  
(۳) نیرویی که سقف سالن به طناب وارد می کند او را بالا می برد.

۴) نیرویی که طناب بر دست و پای او وارد می‌کند او را بالا می‌برد.

مهندسی  
صادق طاهری

۱۱۴. کدام گزینه درباره‌ی نیروهای کنش (عمل) و واکنش (عکس‌العمل) نادرست است؟

- (۱) هم‌اندازه هستند.  
(۲) به دو جسم وارد می‌شوند.  
(۳) هم نوع هستند.  
(۴) اثر یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

۱۱۵. کدام گزینه درست است؟

- (۱) در قایق پارویی، نیرویی که قایق را به جلو می‌راند، نیروی دست شخص است.  
(۲) ترازوی دو کفه‌ای، داخل آسانسوری که با شتاب رو به بالا حرکت می‌کند، جرم اجسام را نادرست نشان می‌دهد.  
(۳) نیروی اصطکاک ایستایی همواره مانع حرکت جسم است.  
(۴) در موتور جت، نیروی گاز به موشک باعث حرکت می‌شود.

۱۱۶. گلوله‌ای در هوا به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن  $\frac{1}{10}$  وزن آن باشد، اندازه‌ی شتاب آن

هنگام بالا رفتن چند برابر  $g$  است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $\frac{11}{10}$  (۲)  $\frac{9}{10}$  (۳)  $\frac{1}{10}$  (۴)  $\frac{1}{10}$

۱۱۷. گلوله‌ای در هوا به طرف بالا پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن  $\frac{1}{10}$  وزن آن باشد، اندازه‌ی شتاب آن

هنگام بالا رفتن چند برابر  $g$  است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $\frac{11}{10}$  (۲)  $\frac{9}{10}$  (۳)  $\frac{1}{10}$  (۴)  $\frac{1}{10}$

۱۱۸. شخصی که روی یک ترازوی فنری ایستاده است، ناگهان می‌نشیند. نیروسنج وزن شخص را ابتدا ..... و سپس ..... از وزن واقعی شخص نشان می‌دهد (مراحل نشستن شتابدار است).

- (۱) بیشتر - کمتر (۲) کمتر - بیشتر (۳) بیشتر - ثابت (۴) کمتر - ثابت

۱۱۹. شخصی به جرم  $50 \text{ kg}$  درون آسانسوری که با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$  به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، ایستاده است نیروی عمودی‌ای

که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۰

۱۲۰. یک آسانسور با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$  از حال سکون به طرف بالا حرکت می‌کند و پس از آن که به سرعت  $4 \frac{m}{s}$  رسید، با سرعت

ثابت بالا می‌رود. اگر اختلاف نیروی وارد بر کف جعبه‌ای که داخل آسانسور است در این دو حالت ۳۰ نیوتن باشد، جرم جعبه چند

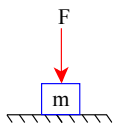
کیلوگرم است؟  $g = 10 \frac{m}{s^2}$

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۷٫۵ (۴) ۵

۱۲۱. درون آسانسوری ساکن، جسمی به جرم  $۲\text{ kg}$  که به فنری قائم آویزان است، در حال تعادل قرار دارد. وقتی آسانسور از حال سکون و با شتاب ثابت  $۲\frac{m}{s^2}$  به طرف پایین شروع به حرکت می کند، طول فنر برابر با  $۱۴\text{ cm}$  و وقتی از حال سکون با شتاب ثابت  $۲\frac{m}{s^2}$  به طرف بالا شروع به حرکت می کند، طول فنر برابر با  $۱۶\text{ cm}$  می شود. ثابت این فنر چند واحد  $SI$  است؟  $g = ۱۰\frac{N}{kg}$  و جرم فنر ناچیز است.

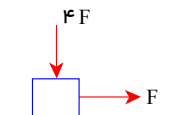
- (۱) ۲۰ (۲) ۴ (۳) ۲۰۰ (۴) ۴۰۰

۱۲۲. جسمی به جرم  $۲\text{ kg}$  روی سطح افقی در حال سکون قرار دارد. نیروی  $F = ۱۰\text{ N}$  را مطابق شکل در راستای قائم به جسم وارد می کنیم. مقدار نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چند نیوتن است؟  $(\mu_k = ۰٫۱, \mu_s = ۰٫۳)$



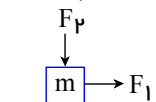
- (۱) ۹ (۲) ۳ (۳) ۰٫۹ (۴) ۰

۱۲۳. در شکل مقابل، وزن جعبه برابر  $F$  و ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح تکیه گاه برابر  $۰٫۳$  است و جعبه از حال سکون توسط نیروی افقی  $F$  کشیده می شود. اندازهی نیروی اصطکاک وارد بر جعبه چند برابر  $F$  است؟  $(g = ۱۰\frac{m}{s^2})$



- (۱) ۱ (۲) ۱٫۲ (۳) ۱٫۵ (۴) ۰٫۹

۱۲۴. در شکل مقابل، جسم ساکن است. اگر بدون تغییر  $F_1$  اندازهی  $F_2$  را زیاد کنیم. اندازهی نیروی اصطکاک وارد بر جسم



$$g = ۱۰\frac{m}{s^2}$$

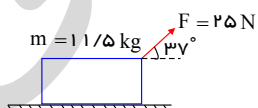
- (۱) تغییر نمی کند.  
(۲) زیاد می شود.  
(۳) ممکن است زیاد شود.  
(۴) ممکن است کم شود.

۱۲۵. در شکل مقابل، جعبهی  $۱۰\text{ kg}$  با شتاب  $۱\frac{m}{s^2}$  به طرف راست کشیده می شود. اگر اندازهی نیروی  $F$  دو برابر شود، شتاب حرکت وزنه چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟



- (۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۶

۱۲۶. در شکل مقابل، جسم تحت تأثیر نیروی  $F$ ، به طور یکنواخت روی سطح افقی حرکت می کند. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چقدر است؟  $(\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶)$



- (۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۲ (۳) ۰٫۲۵ (۴) ۰٫۴

۱۲۷. در شکل مقابل، جعبه‌ی  $10\text{ kg}$  با شتاب  $1\frac{m}{s^2}$  به طرف راست کشیده می‌شود. اگر اندازه‌ی نیروی  $F$  دو برابر شود، شتاب حرکت وزنه چند متر بر مربع ثانیه خواهد بود؟



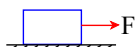
- (۱) ۴  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۶

۱۲۸. در شکل مقابل، جرم جعبه و محتویات آن روی هم  $10$  کیلوگرم است و با شتاب  $2\frac{m}{s^2}$  به طرف راست کشیده می‌شود. اگر  $5$  کیلوگرم به محتویات جعبه اضافه کنیم، شتاب آن چند متر بر مربع ثانیه می‌شود؟



- (۱) ۱  
(۲) ۱٫۲۵  
(۳) ۱٫۵  
(۴) ۰٫۵

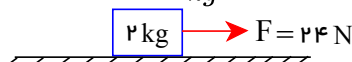
۱۲۹. در شکل مقابل، اگر  $F = 10\text{ N}$  باشد، شتاب حرکت  $2\frac{m}{s^2}$  و اگر  $F = 20\text{ N}$  باشد، شتاب حرکت  $7\frac{m}{s^2}$  می‌شود. جرم جسم



کدام است؟  $g = 10\frac{m}{s^2}$

- (۱)  $2\text{ kg}$   
(۲)  $3\text{ kg}$   
(۳)  $3٫۵\text{ kg}$   
(۴)  $4\text{ kg}$

۱۳۰. مطابق شکل مقابل، به جسمی که روی یک سطح افقی ساکن است، نیروی افقی  $\vec{F}$  وارد می‌شود. اگر پس از  $2$  ثانیه نیروی  $\vec{F}$  حذف شود، از ابتدای حرکت جسم تا لحظه‌ی توقف، در مجموع جسم چند متر روی سطح افقی جابجا می‌شود؟ ( $g = 10\frac{N}{kg}$ )



$$\mu_s = 0/3, \mu_k = 0/2$$

- (۱) ۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۱۰۰  
(۴) ۱۲۰

۱۳۱. اگر به فنری به طول یک متر و ضریب سختی  $100\frac{N}{m}$ ، نیروی  $20\text{ N}$  وارد شود، طول فنر چند سانتی متر می‌شود؟

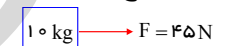
- (۱) ۲۰  
(۲) ۱۲۰  
(۳) ۸۰  
(۴) هر یک از گزینه‌های ۲ یا ۳ می‌تواند درست باشد.

۱۳۲. شخصی به جرم  $60\text{ kg}$  بر روی یک نیروسنج ایستاده و فنری با ضریب ثابت  $200\frac{N}{m}$  را که به سقف آویزان است، به اندازه‌ی

$10\text{ cm}$  پایین می‌کشد، پس از ایجاد تعادل، نیروسنج چه عددی را برحسب نیوتون نشان می‌دهد؟ ( $g = 10\frac{N}{kg}$ )

- (۱) ۴۲۰  
(۲) ۵۸۰  
(۳) ۶۲۰  
(۴) ۶۸۰

۱۳۳. نیروی  $F$  وزنه را از حال سکون به حرکت در می‌آورد و پس از  $5$  ثانیه حرکت، نیروی  $F$  قطع می‌شود. وزنه از شروع حرکت تا



$$\mu_k = 0/25, \mu_s = 0/4$$

- توقف چند متر حرکت می‌کند؟  
(۱) ۳۵  
(۲) ۴۰  
(۳) ۴۵  
(۴) ۵۰

۱۳۴. در شکل مقابل، جسم با سرعت ثابت  $2 \frac{m}{s}$  به طرف راست حرکت می کند. اگر اندازه ی نیروی  $F$  را ۵ نیوتن کم کنیم، پس از

چند ثانیه جسم می ایستد؟

$10 \text{ kg} \rightarrow F = 20$

۵ (۱)

۲ (۲)

۲٫۵ (۳)

۴ (۴)

۱۳۵. جعبه ای خالی به جرم  $2 \text{ kg}$  را با سرعت اولیه ی  $V_0$  روی سطح افقی به حرکت در آورده، رها می کنیم. جعبه با طی مسافت  $d$  متوقف می شود. اگر  $3 \text{ kg}$  وزنه داخل جعبه قرار دهیم و آزمایش را روی همان سطح با سرعت اولیه ی  $2V_0$  تکرار کنیم، چه مسافتی

را طی می کند تا متوقف شود؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

$4d$  (۴)

$2d$  (۳)

$\frac{4d}{5}$  (۲)

$\frac{2d}{5}$  (۱)

۱۳۶. در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی و ثابت  $\vec{F}$  از زمان  $t = 0$  بر آن وارد می شود، به طوری که سرعت آن در  $SI$  به صورت  $V = 2t + 3$  با زمان تغییر می کند. اگر  $3 \text{ s}$  پس از اعمال نیروی  $\vec{F}$ ، نیرو قطع شده

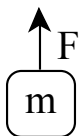
و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه ی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتن است؟

۸ (۴)

۷ (۳)

۶ (۲)

۴ (۱)



۱۳۷. در شکل مقابل، اگر اندازه ی نیروی  $F$  برابر  $\frac{6}{5}mg$  باشد، اندازه ی شتاب حرکت وزنه کدام است؟

$\frac{1}{5}g$  (۱)

$\frac{2}{5}g$  (۲)

$\frac{3}{5}g$  (۳)

$\frac{6}{5}g$  (۴)

۱۳۸. به جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$ ، نیروی ثابت  $\vec{F}$  در راستای قائم و رو به بالا وارد می شود. اگر جسم از حال سکون با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$

به طرف بالا شروع به حرکت کند، بزرگی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتن است؟  $(g = 10 \frac{N}{kg})$  و مقاومت هوا ناچیز فرض شود.

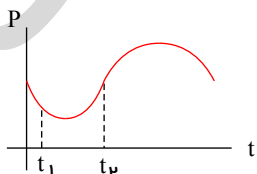
۲۴ (۴)

۲۰ (۳)

۱۶ (۲)

۴ (۱)

۱۳۹. نمودار اندازه ی حرکت (تکانه) - زمان یک جسم که روی محور  $x$  حرکت می کند، به شکل زیر می باشد. کدام یک از موارد زیر درست است؟



(۱) در  $t = t_1$  حرکت تندشونده است.

(۲) در  $t = t_2$  حرکت تندشونده است.

(۳) بین  $t_1$  و  $t_2$  جهت حرکت یک بار عوض می شود.

(۴) در کل مدت حرکت نشان داده شده، جهت شتاب یک بار عوض می شود.

۱۴۰. یک گلوله به جرم ۵۰۰ گرم از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین از حال سکون سقوط می‌کند و هنگام برخورد با زمین در کف حیاط فرو می‌رود. اگر از لحظه‌ی تماس با زمین تا توقف کامل گلوله ۰٫۲ ثانیه طول بکشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که گلوله بر کف حیاط وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید.)

- (۱) ۷۰ (۲) ۸۵ (۳) ۷۵ (۴) ۸۰

۱۴۱. جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  را با سرعت  $25 \frac{m}{s}$  در شرایط خلأ به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. تغییر اندازه حرکت آن در ثانیه‌ی سوم حرکت چند  $\frac{kgm}{s}$  است؟

- (۱) ۰ (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰

۱۴۲. یک توپ به جرم ۴۰۰ گرم در راستای قائم سقوط می‌کند و با سرعت  $9 \frac{m}{s}$  به کف اتاق برخورد کرده، با سرعت  $6 \frac{m}{s}$  همین راستا بر می‌گردد. اگر مدت تماس توپ با زمین ۰٫۵ ثانیه باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که در این مدت کف اتاق بر توپ وارد می‌کند چند نیوتن است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۱۶ (۳) ۱۰ (۴) ۸

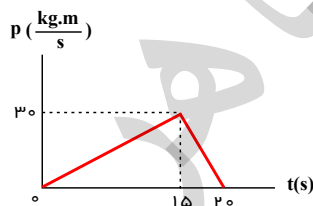
۱۴۳. توپ ۲۰۰ گرمی با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  به طور عمودی با دیوار برخورد کرده و با سرعت  $5 \frac{m}{s}$  در همان راستا بر می‌گردد. اگر مدت تماس توپ با دیوار ۰٫۱ ثانیه باشد، اندازه‌ی نیروی متوسط وارد بر توپ از طرف دیوار در این مدت چند نیوتن است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۰٫۱ (۳) ۳۰ (۴) ۰٫۳

۱۴۴. از یک لوله‌ی آتش‌نشانی، آب با آهنگ  $5 \frac{kg}{s}$  و با سرعت  $5 \frac{m}{s}$  به دیوار مقابل آن برخورد می‌کند. اندازه‌ی نیروی متوسط وارد بر دیوار توسط آب چند نیوتن است؟ (از برگشت آب از روی دیوار چشم‌پوشی کنید)

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲۵ (۴) اطلاعات مسأله ناقص است.

۱۴۵. نمودار شکل مقابل، اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم  $2\text{ kg}$  را که در مسیری مستقیم و افقی حرکت می‌کند بر حسب زمان نشان می‌دهد. اگر نیروی ثابت افقی  $\vec{F}$  در ۱۵ ثانیه‌ی ابتدای حرکت به جسم وارد و سپس قطع شده باشد، اندازه‌ی نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون بوده است؟



- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۱۴۶. اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره به جرم  $270\text{ kg}$  که در مداری به فاصله‌ی  $2Re$  از سطح زمین به دور زمین حرکت می‌کند برابر با چند نیوتون است؟ ( $Re =$  شعاع زمین و  $10 \frac{N}{kg} =$  شتاب گرانشی در سطح زمین)

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۵۴۰ (۳) ۸۱۰ (۴) ۹۰۰

۱۴۷. اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر جسمی به جرم  $m$  در سطح زمین چند برابر اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر همان جسم در فاصله‌ی  $2Re$  از سطح زمین است؟ ( $Re =$  شعاع کره‌ی زمین فرض شود.)

- (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۹ (۴)  $\frac{1}{9}$



۱۴۸. وزنه‌ای به جرم  $۲\text{ kg}$  تحت تأثیر نیروی افقی  $\vec{F}$  با سرعت ثابت  $۱۰ \frac{m}{s}$  روی یک سطح افقی حرکت می‌کند. اگر با قطع نیروی

$\vec{F}$ ، وزنه پس از دو ثانیه بایستد، اندازه نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟

۲۰ (۴)

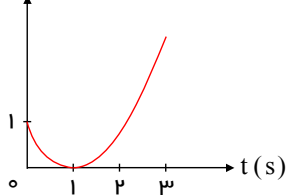
۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۱۴۹. نمودار تکانه - زمان متحرکی به جرم  $۰٫۵\text{ kg}$  به صورت سهمی شکل زیر است. تغییرات سرعت متحرک در ثانیه سوم حرکت

$P (\text{kg} \cdot \frac{m}{s})$



چند متر بر ثانیه است؟

۳ (۲)

۲ (۱)

۸ (۴)

۶ (۳)

۱۵۰. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

(۱) جهت شتاب حرکت یک جسم در جهت برآیند نیروهای وارد بر آن است.

(۲) قانون دوم نیوتون را می‌توان از قانون اول نیوتون نتیجه گرفت.

(۳) به ازای یک نیروی برآیند ثابت، اگر جسم حرکت کند، هرچه جرم جسم کم تر باشد، شتاب آن بیش تر می‌شود.

(۴) در اطراف ما نمی‌توان جسمی را یافت که به آن نیرو وارد نشود.

۱۵۱. جسمی با سرعت ثابت در حال سقوط کردن است. در این صورت اندازه‌ی نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم .....

(۱) صفر است.

(۲) بیشتر از وزن جسم است.

(۴) کمتر از وزن جسم است اما صفر نیست.

(۳) برابر وزن جسم است.

۱۵۲. جسمی که با سرعت ثابت  $V_0$  در مسیری مستقیم و افقی در حال حرکت است، با شتاب ثابت ناگهان ترمز کرده و پس از مدتی

می‌ایستد. اگر این جسم در آخرین ثانیه‌ی حرکت خود مسافت  $۰٫۵\text{ m}$  را طی کند، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی کدام

است؟  $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

$۰٫۷$  (۴)

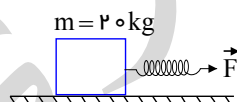
$۰٫۵$  (۳)

$۰٫۲$  (۲)

$۰٫۱$  (۱)

۱۵۳. در شکل زیر، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی برابر با  $۰٫۱$ ، ثابت فنر برابر با  $۱۰۰ \frac{N}{m}$  و تغییر طول فنر از

حالت اولیه‌ی آن برابر با  $۴۰\text{ cm}$  باشد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟  $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$  و از جرم فنر صرف نظر



$۰٫۵$  (۲)

$۰٫۲۵$  (۱)

۲ (۴)

۱ (۳)

۱۵۴. اگر برآیند نیروهای وارد بر یک جسم ثابت و مخالف صفر باشد. کدام یک از موارد زیر برای آن جسم الزاماً ثابت است؟

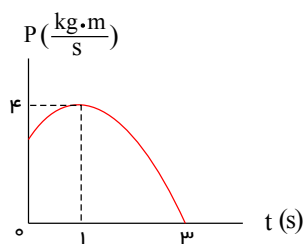
(۱) سرعت

(۲) اندازه‌ی حرکت

(۴) انرژی جنبشی

(۳) آهنگ تغییر اندازه‌ی حرکت

۱۵۵. نمودار  $P-t$  متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می کند، به صورت سهمی شکل مقابل می باشد. اگر جرم جسم  $2\text{kg}$  باشد،



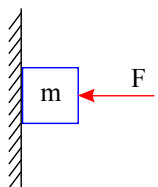
سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱  
(۲) ۱٫۵  
(۳) ۲  
(۴) ۳

۱۵۶. بر جسمی به جرم  $2$  کیلوگرم تنها سه نیروی  $\vec{F}_1 = 3\vec{i} - 4\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = -6\vec{i} + 5\vec{j}$  و  $\vec{F}_3$  اثر می کند و جسم از حال سکون به حرکت در می آید و پس از  $3$  ثانیه سرعت آن به  $\vec{V} = 6\vec{i} + 9\vec{j}$  می رسد. نیروی  $\vec{F}_3$  کدام است؟ (نیروها بر حسب نیوتون و سرعت بر حسب متر بر ثانیه است.)

- (۱)  $5\vec{i} + 7\vec{j}$   
(۲)  $7\vec{i} + 5\vec{j}$   
(۳)  $4\vec{i} + 6\vec{j}$   
(۴)  $6\vec{i} + 4\vec{j}$

۱۵۷. در شکل مقابل،  $m = 1\text{kg}$ ،  $F = 200\text{N}$  و وزنه ساکن است. اگر نیروی  $F$  دو برابر شود، اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر



وزنه چند برابر می شود؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) زیاد می شود ولی به دو برابر حالت اول نمی رسد.  
(۴) بیش از ۲ برابر

۱۵۸. ابتدا کودکی به جرم  $40\text{kg}$  سوار آسانسور ساکنی می شود و آسانسور با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$  به سمت بالا شروع به حرکت می کند.

در حالت دوم شخصی به جرم  $m$  سوار این آسانسور ساکن شده و آسانسور با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$  به سمت پایین شروع به حرکت می کند.

اگر اندازه‌ی وزن ظاهری کودک و شخص یکسان باشد،  $m$  چند کیلوگرم است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

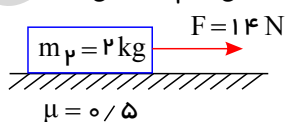
- (۱) ۲۰  
(۲) ۲۶٫۵  
(۳) ۴۰  
(۴) ۶۰

۱۵۹. یک چتر باز در حال پایین آمدن در آسمان است. واکنش نیروهای وارد بر چتر باز بر چه اجسامی وارد می شود؟



- (۱) هوا، طناب‌های چتر نجات  
(۲) کره‌ی زمین، هوا، طناب‌های چتر نجات  
(۳) کره‌ی زمین، طناب‌های چتر نجات، دست‌های چتر باز  
(۴) هوا، طناب‌های چتر نجات، دست‌های چتر باز

۱۶۰. در شکل مقابل، با نیروی  $F$  وزنه را از حال سکون به مدت  $1$  ثانیه به طرف راست می کشیم و سپس رها می کنیم. مسافتی که وزنه



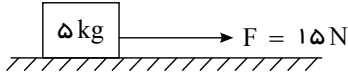
از شروع حرکت تا توقف طی می کند، چند متر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) ۱٫۴  
(۲) ۲  
(۳) ۲٫۸  
(۴) ۲٫۴

۱۶۱. دو ماهواره  $A$  و  $B$  که در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین حرکت می‌کنند، دارای اندازه‌ی تکانه‌ی یکسانی هستند. اگر جرم ماهواره‌ی  $A$ ، ۴۰ درصد بیش‌تر از جرم ماهواره‌ی  $B$  باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی  $B$  چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی  $A$  است؟

(۱)  $\frac{7}{5}$  (۲)  $\frac{49}{25}$  (۳)  $\frac{5}{7}$  (۴)  $\frac{25}{49}$

۱۶۲. در شکل مقابل، وزنه با شتاب  $1 \frac{m}{s^2}$  به صورت تند شونده به طرف راست حرکت می‌کند. اگر اندازه‌ی نیروی  $F$  برابر ۲۵ نیوتون شود، شتاب حرکت وزنه چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

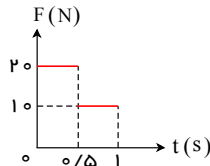


(۱)  $2.5$   
(۲)  $2$   
(۳)  $3$   
(۴)  $3.5$

۱۶۳. انرژی جنبشی ماهواره‌ی  $A$  دو برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی  $B$  و جرم ماهواره‌ی  $A$ ، چهار برابر جرم ماهواره‌ی  $B$  است و هر دو به دور سیاره‌ی زمین در حال چرخش می‌باشند. دوره‌ی چرخش ماهواره‌ی  $B$  چند برابر دوره‌ی چرخش ماهواره‌ی  $A$  است؟

(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۲)  $\sqrt{2}$  (۳)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  (۴)  $2$

۱۶۴. نمودار نیروی افقی وارد بر جسم ساکنی به جرم  $2 \text{ kg}$  که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است، پس از یک ثانیه سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟



(۱)  $7.5$  (۲)  $12.5$  (۳)  $15$  (۴)  $20$

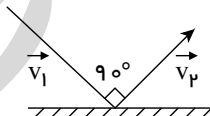
۱۶۵. کدام گزینه در مورد حرکت دورانی ماهواره‌ای به دور زمین، نادرست است؟

- (۱) شتاب گرانش زمین در محل ماهواره همان شتاب مرکز گرای حرکت ماهواره است.
- (۲) سرعت خطی حرکت ماهواره با جذر شعاع دوران آن نسبت وارون دارد.
- (۳) ماهواره در مدار حرکت خود بی وزن است و به همین علت سقوط نمی‌کند.
- (۴) هرچه قدر شعاع دوران ماهواره بیشتر شود دوره‌ی حرکت آن نیز بیشتر می‌شود.

۱۶۶. شخصی طنابی به جرم  $m$  را به درختی بسته و محکم می‌کشد. عکس‌العمل نیروهای وارد بر طناب ..... است.

- (۱) بر شخص وارد می‌شود.
- (۲) بر درخت وارد می‌شود.
- (۳) بر درخت و شخص وارد می‌شود.
- (۴) بر شخص، درخت و زمین وارد می‌شود.

۱۶۷. گلوله‌ای به جرم  $1 \text{ kg}$  مطابق شکل زیر با سرعت  $v_1 = 4 \frac{m}{s}$  به زمین برخورد کرده و با سرعت  $v_2 = 3 \frac{m}{s}$  از زمین جدا می‌شود تغییر تکانه گلوله بر حسب کیلوگرم متر بر ثانیه کدام است؟

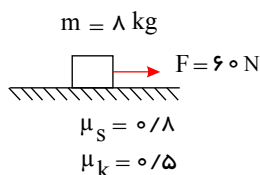


(۱)  $1$  (۲)  $3$  (۳)  $5$  (۴)  $7$

۱۶۸. به جسمی به جرم  $۲\text{kg}$  که روی یک سطح افقی قرار دارد. دو نیروی افقی  $\vec{F}_1 = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$  و  $\vec{F}_2$  وارد می شود و جسم با سرعت ثابت  $\vec{V} = ۶\vec{i} + ۸\vec{j}$  حرکت می کند. نیروی  $\vec{F}_2$  کدام است؟ (از اصطحاک صرف نظر کنید و تمام اندازه ها در SI هستند.)

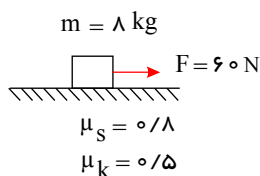
$$\begin{aligned} \vec{F}_2 &= ۳\vec{i} + ۴\vec{j} \quad (۱) \\ \vec{F}_2 &= ۹\vec{i} + ۱۲\vec{j} \quad (۲) \\ \vec{F}_2 &= -۳\vec{i} - ۴\vec{j} \quad (۳) \\ \vec{F}_2 &= -۶\vec{i} - ۸\vec{j} \quad (۴) \end{aligned}$$

۱۶۹. مطابق شکل روبه رو، به جسم ساکنی به جرم  $۸\text{kg}$  نیرویی افقی به بزرگی  $۶۰\text{N}$  وارد می شود. اندازه ی نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می شود، بر حسب نیوتون کدام است؟ ( $g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



$$\begin{aligned} ۴۰\sqrt{۵} \quad (۱) \\ ۱۰۰ \quad (۲) \\ ۵۰ \quad (۴) \\ ۸۰ \quad (۳) \end{aligned}$$

۱۷۰. مطابق شکل روبه رو، به جسم ساکنی به جرم  $۸\text{kg}$  نیرویی افقی به بزرگی  $۶۰\text{N}$  وارد می شود. اندازه ی نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می شود، بر حسب نیوتون کدام است؟ ( $g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



$$\begin{aligned} ۴۰\sqrt{۵} \quad (۱) \\ ۱۰۰ \quad (۲) \\ ۵۰ \quad (۴) \\ ۸۰ \quad (۳) \end{aligned}$$

۱۷۱. متحرکی به جرم  $۵\text{kg}$  با شتاب ثابت بر خط راست در حال حرکت است. اگر در لحظه ی  $t = ۰$  تکانه ی آن برابر با  $۳۰۰ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  باشد و پس از  $۱۰$  ثانیه به  $۵۰۰ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  برسد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$$\begin{aligned} ۳ \quad (۱) \\ ۴ \quad (۲) \\ ۵ \quad (۳) \\ ۱۰ \quad (۴) \end{aligned}$$

۱۷۲. آسانسوری با شتاب ثابت در حال حرکت است. گلوله ای به جرم  $۲۰۰\text{g}$  از یک نخ سبک و از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل نخ برابر  $۱$  نیوتون باشد، کدام یک از گزینه های زیر در مورد بزرگی شتاب آسانسور بر حسب متر بر مجذور ثانیه و نوع حرکت آسانسور می تواند صحیح باشد؟ ( $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

$$\begin{aligned} ۱) \text{، تندشونده به سمت بالا} \quad (۱) \\ ۲) \text{، کندشونده به سمت بالا} \quad (۲) \\ ۳) \text{، تندشونده به سمت پایین} \quad (۳) \\ ۴) \text{، کندشونده به سمت پایین} \quad (۴) \end{aligned}$$

۱۷۳. بزرگی تکانه دو ماهواره ی  $A$  و  $B$  برابر است. اگر جرم ماهواره ی  $A$ ،  $۴۰\%$  بیش تر از جرم ماهواره ی  $B$  باشد، شعاع مدار ماهواره ی  $A$  واحد بود؟

$$\begin{aligned} \frac{۲۵}{۴۹} \quad (۱) \\ \frac{۴۹}{۲۵} \quad (۲) \\ \frac{۷}{۵} \quad (۴) \\ \frac{۵}{۷} \quad (۳) \end{aligned}$$

۱۷۴. جسمی روی یک میز افقی قرار دارد و در حال تعادل است. عکس العمل نیروی وزن جسم به کجا وارد می شود؟

$$\begin{aligned} ۱) \text{ سطح میز} \quad (۱) \\ ۲) \text{ جسم} \quad (۲) \\ ۳) \text{ پایه های میز} \quad (۳) \\ ۴) \text{ زمین} \quad (۴) \end{aligned}$$

۱۷۵. وزن و جرم جسمی که در فاصله سه برابر شعاع زمین است، چند برابر وزن و جرم همان جسم روی سطح زمین است؟

$$(۴) \frac{1}{16} \text{ و } ۱$$

$$(۳) \frac{1}{۲} \text{ و } \frac{1}{۴}$$

$$(۲) \frac{1}{۹} \text{ و } ۱$$

$$(۱) \frac{1}{۴} \text{ و } \frac{1}{۴}$$

مهندس صادق طاهری

۱۷۶. شخصی به جرم  $50 \text{ kg}$  داخل آسانسوری ایستاده است که شتاب رو به بالای  $2 \frac{m}{s^2}$  دارد. چه نیرویی از طرف شخص به کف

آسانسور وارد می شود؟

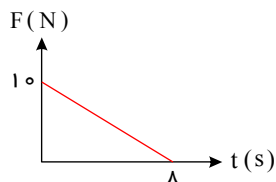
- (۱)  $600 \text{ N}$  (۲)  $400 \text{ N}$  (۳)  $500 \text{ N}$  (۴)  $580 \text{ N}$

۱۷۷. اتومبیلی به جرم  $1,2$  تن با سرعت ثابت  $20 \frac{m}{s}$  در حرکت است و بر اثر ترمز، با شتاب ثابت در مدت  $5$  ثانیه می ایستد. اندازه

ی برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل در این مدت چند نیوتن است؟

- (۱)  $48 \times 10^3$  (۲)  $4,8 \times 10^3$  (۳)  $24 \times 10^3$  (۴)  $2,4 \times 10^3$

۱۷۸. نمودار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم بر حسب زمان مطابق شکل است. تغییر تکانه‌ی جسم در بازه‌ی زمانی  $t = 0$  تا



$t = 4 \text{ s}$  کدام است؟

(۱)  $60 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

(۲)  $30 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

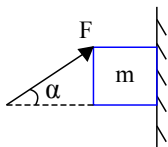
(۳)  $20 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

(۴) بدون دانستن جرم جسم، حل مسئله ممکن نیست.

۱۷۹. وقتی اتومبیلی در یک جاده افقی حرکت می نماید، کدام یک از نیروهای زیر، آن را به جلو می راند؟

- (۱) نیروی موتور به چرخ‌ها  
(۲) نیروی موتور به سطح جاده  
(۳) نیروی سطح جاده به چرخ‌ها  
(۴) نیروی مقاومت هوا بر ماشین

۱۸۰. در شکل مقابل، حداقل نیروی  $F$  چقدر باشد تا جعبه در آستانه‌ی لغزش قرار گیرد؟



(۱)  $\mu mg \cos \alpha$

(۲)  $\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

(۳)  $\frac{mg}{\sin \alpha + \mu g \cos \alpha}$

(۴)  $\frac{mg}{\sin \alpha - \mu g \cos \alpha}$

۱۸۱. جسمی در هوا در حال سقوط است. واکنش نیروی وزن آن به چه جسمی وارد می شود؟

- (۱) هوا (۲) خود جسم (۳) زمین (۴) اجسام روی زمین

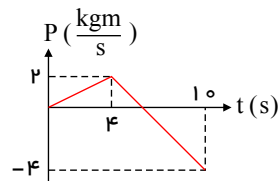
۱۸۲. از قانون اول نیوتون کدام گزینه نتیجه می شود؟

- (۱) هرچه لختی یک جسم ساکن بیش تر باشد، به حرکت درآوردن آن مشکل تر است.  
(۲) هرچه لختی یک جسم متحرک بیش تر باشد متوقف کردن آن مشکل تر است.  
(۳) قانون اول نیوتون را قانون لختی نیز می نامند.  
(۴) هر سه مورد صحیح است.

۱۸۳. یک بالون هوای داغ به جرم  $600 \text{ kg}$  با شتاب  $5 \frac{m}{s^2}$  در راستای قائم در حال پایین آمدن است. چه جرمی بر حسب  $kg$  را باید سریعاً از آن بیرون راند تا بالون با شتاب  $5 \frac{m}{s^2}$  در جهت رو به بالا حرکت کند؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ ) و فرض کنید در هر دو حالت نیروی رو به بالایی از طرف هوا به بالون وارد می شود، که بر اثر کاهش جرم بالون تغییر نمی کند.

۱۰۰ (۱)      ۲۰۰ (۲)      ۳۰۰ (۳)      ۴۰۰ (۴)

۱۸۴. نمودار اندازه حرکت - زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می کند. در  $SI$  مطابق شکل مقابل است. در لحظه  $t = 6 \text{ s}$  بزرگی نیروی وارد بر جسم بر حسب نیوتون کدام است؟

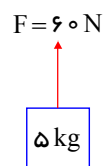


۱ (۱)      ۰٫۶ (۲)  
۶ (۳)      صفر (۴)

۱۸۵. جرم دو ماهواره  $A$  و  $B$  با هم برابر است ولی نیرویی که زمین بر ماهواره  $A$  وارد می کند ۴ برابر نیرویی است که بر ماهواره  $B$  وارد می کند. شعاع گردش ماهواره  $B$  به دور زمین چند برابر شعاع گردش ماهواره  $A$  به دور زمین است؟

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

۱۸۶. در شکل زیر به جسم  $5$  کیلوگرمی نیروی  $F = 60 \text{ N}$  در راستای قائم و به طرف بالا وارد می شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می کند.  $5$  ثانیه پس از آغاز حرکت، بزرگی تکانه‌ی جسم در  $SI$  کدام است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ ) و از مقاومت هوا صرف نظر



(شود)      ۱۰ (۱)  
۶۰ (۲)      ۵۰ (۳)  
۳۰ (۴)

۱۸۷. جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  تحت تأثیر سه نیروی  $F_1 = 10 \text{ N}$ ،  $F_2 = 20 \text{ N}$  و  $F_3 = 15 \text{ N}$  با سرعت ثابت  $15 \frac{m}{s}$  و هم جهت با

نیروی  $F_1$  حرکت می کند. اگر نیروی  $F_1$  حذف شود؛ دو ثانیه پس از این لحظه، بزرگی سرعت جسم چند متر بر ثانیه می شود؟

۵ (۱)      ۱۵ (۲)      ۲۵ (۳)      ۱۰ (۴)

۱۸۸. توپ به جرم  $200 \text{ g}$  با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  به زمین می خورد و با سرعت  $5 \frac{m}{s}$  بر می گردد. اگر زمان تماس توپ با زمین  $0.2 \text{ s}$  باشد، نیروی متوسط وارد از طرف سطح زمین بر توپ در این مدت چند نیوتن است؟

۲ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۵ (۳)      ۱۷ (۴)

۱۸۹. نیروی  $F$  به جسمی به جرم  $m_1$  شتاب  $a_1$  می دهد و همین نیرو به جسم  $m_2$  شتاب  $a_2$  می دهد. اگر این نیروی  $F$  به جسمی به جرم  $m_1 + m_2$  وارد شود، شتاب حاصل چقدر خواهد شد؟

$\frac{a_1 + a_2}{2}$  (۱)       $\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$  (۲)       $\frac{2 a_1 a_2}{a_1 + a_2}$  (۳)       $\frac{|a_2 - a_1|}{a_1 + a_2}$  (۴)

۱۹۰. وزنه ای توسط یک نخ از سقف آزمایشگاه آویخته شده است. واکنش نیروی وزن وزنه به ..... وارد می شود و جهت آن نیروی واکنش نیز ..... است.

۱) نخ - رو به پایین      ۲) نخ - رو به بالا

۳) کره زمین- از زمین به سمت وزنه

۴) کره زمین- از وزنه به سمت زمین

مهندس صادق طاهری



۱۹۱. شخصی سوار آسانسور شده و چمدانی را در دست دارد. در کدام حرکت آسانسور، شخص چمدان را سبک تر احساس می کند؟

- (۱) کند شونده بالا یا تند شونده پایین  
(۲) تند شونده بالا یا کند شونده پایین  
(۳) تند شونده بالا یا تند شونده پایین  
(۴) کند شونده بالا یا کند شونده پایین

۱۹۲. درون آسانسوری که با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$ ، رو به پایین حرکت کند شونده دارد، لامپی به وسیله سیمی از سقف آویزان است. اگر

اندازه نیروی کشش سیم  $2.4N$  باشد، جرم لامپ چند گرم است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۳۰۰

۱۹۳. شخصی درون آسانسور ساکن روی باسکول ایستاده است و باسکول وزن او را  $600$  نیوتون نشان می دهد. در لحظه ای که آسانسور شروع به بالا رفتن کرد، باسکول  $720$  نیوتون را نشان داد. شتاب حرکت آسانسور در آن لحظه چند متر بر مربع ثانیه بوده

است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲

۱۹۴. اتومبیلی در مسیر افقی با سرعت  $72 \frac{km}{h}$  در حرکت است. راننده ترمز می کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جاده و

لاستیک  $\frac{1}{4}$  باشد، اتومبیل پس از طی چند متر متوقف می شود؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۸ (۴) ۴

۱۹۵. جسمی به جرم  $2kg$  به نخ بسته شده و در راستای قائم با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$ ، کند شونده پایین می آید. بزرگی نیروی کشش نخ در

این حالت چند نیوتون است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۱۶ (۲) ۲۰ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

۱۹۶. وزنه ای به جرم  $50$  گرم به نخ سبکی بسته شده و با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$  در راستای قائم به سمت بالا کشیده می شود. بزرگی نیروی

کشش نخ در این شرایط چند نیوتون است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۰٫۱ (۲) ۰٫۳ (۳) ۰٫۶ (۴) ۱٫۲

۱۹۷. معادله تکانه - زمان وزنه ای به جرم  $0.5kg$  در  $SI$  به صورت  $p = t^2 - \frac{1}{2}t$  است. اندازه سرعت وزنه در لحظه  $t = 2s$  چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱٫۵ (۲) ۲ (۳) ۴٫۵ (۴) ۶

۱۹۸. گلوله ای به جرم  $100g$  در شرایط خلاء از ارتفاع  $50$  متری سطح زمین از حال سکون رها می شود.  $2.5$  ثانیه پس از رها شدن

گلوله، اندازه ی تکانه ی گلوله چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۰٫۲۵ (۲) ۲٫۵ (۳) ۲۵ (۴) ۲۵۰

۱۹۹. اگر تکانه گلوله  $A$  دو برابر تکانه گلوله  $B$  و انرژی جنبشی آن نیز دو برابر انرژی جنبشی گلوله  $B$  باشد، جرم گلوله  $A$  چند برابر جرم گلوله  $B$  است؟

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

۲۰۰. اگر جرم سیاره‌ای دو برابر جرم زمین باشد و شعاع آن نیز دو برابر شعاع کره زمین باشد، شتاب گرانش روی سطح آن چند برابر شتاب گرانش روی کره زمین خواهد شد؟

(۱)  $\frac{1}{2}$  (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

۲۰۱. جرم کره زمین تقریباً ۸۰ برابر جرم کره ماه است. اگر بین کره ماه و زمین نقطه‌ای را پیدا کنیم که در آن نقطه بزرگی شتاب گرانش کره زمین و کره ماه با هم برابر باشد، نسبت فاصله آن نقطه تا مرکز زمین به فاصله آن نقطه تا مرکز ماه چقدر است؟

(۱)  $20\sqrt{5}$  (۲)  $\frac{\sqrt{5}}{4}$  (۳)  $4\sqrt{5}$  (۴)  $\frac{\sqrt{5}}{20}$

۲۰۲. جرم ماهواره  $A$ ، ۲ برابر جرم ماهواره  $B$  است و فاصله ماهواره  $A$  از سطح زمین، برابر شعاع زمین است. اگر فاصله ماهواره  $B$  تا سطح زمین ۳ برابر فاصله ماهواره  $A$  تا سطح زمین باشد، انرژی جنبشی ماهواره  $A$  چند برابر انرژی جنبشی ماهواره  $B$  است؟

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

۱. گزینه ۲ ابتدا سرعت گلوله در لحظه‌ی برخورد به زمین را به دست می‌آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = -2gh \xrightarrow{v_0=0, h=45} v^2 = -2 \times 10 \times (-45) \Rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

برای محاسبه‌ی بزرگی نیروی متوسطی که به گلوله وارد می‌شود تا متوقف شود از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

$$F_{av} = m\bar{a} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = m \frac{(v_2 - v_1)}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = m \left( \frac{0 - (-30)}{0.3} \right)$$

$$\Rightarrow F_{av} = 100m \xrightarrow{g=10} F = 10mg$$

۲. گزینه ۱ با توجه به این که سرعت حرکت ماهواره از رابطه‌ی  $V = \sqrt{\frac{GMe}{r}}$  و انرژی جنبشی از رابطه‌ی  $K = \frac{1}{2}mV^2$  و

شتاب گرانش در سطح زمین از رابطه‌ی  $g_e = \frac{GMe}{Re^2} = 10$  به دست می‌آید داریم:

$$K = \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2}m \left( \frac{GMe}{r} \right) \xrightarrow{r=Re+h, GMe=gRe^2} K = \frac{1}{2}m \frac{gRe^2}{(Re+h)}$$

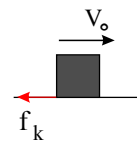
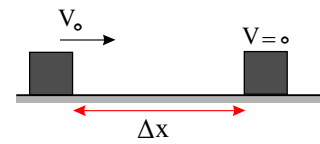
$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 250 \cdot \frac{10 \times (6400 \times 10^3)^2}{(6400 + 1600) \times 10^3} = 6.4 \times 10^9 J = 6.4 GJ$$

۳. گزینه ۴ با توجه به اینکه پس از پرتاب تنها نیروی مؤثر بر جسمها در راستای افقی، نیروی اصطکاک است، پس حرکت جسمها کند شونده بوده و پس از طی مسافت  $\Delta x$  متوقف می‌شوند.

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k mg = ma \rightarrow a = -\mu_k g$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{V=0} \Delta x_{توقف} = \frac{-V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2\mu_k g}$$

$$\frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{V_0^2 A}{V_0^2 B} \times \frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}} = \frac{V_0 A = V_0 B}{\mu_{kA} = 2\mu_{kB}} \rightarrow \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{1}{2}$$



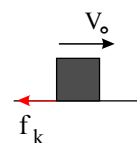
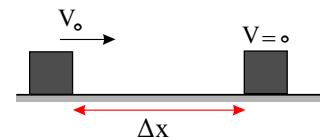
توجه داشته باشید که جرم وزنه‌ها در مسافت توقف آنها تأثیری ندارد.

۴. گزینه ۴ با توجه به اینکه پس از پرتاب تنها نیروی مؤثر بر جسمها در راستای افقی، نیروی اصطکاک است، پس حرکت جسمها کند شونده بوده و پس از طی مسافت  $\Delta x$  متوقف می‌شوند.

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \rightarrow -\mu_k mg = ma \rightarrow a = -\mu_k g$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{V=0} \Delta x_{توقف} = \frac{-V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2\mu_k g}$$

$$\frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{V_0^2 A}{V_0^2 B} \times \frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}} = \frac{V_0 A = V_0 B}{\mu_{kA} = 2\mu_{kB}} \rightarrow \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{1}{2}$$

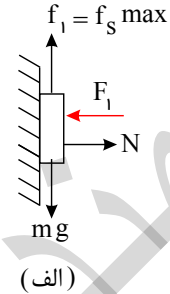
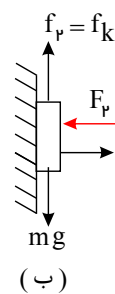


توجه داشته باشید که جرم وزنه‌ها در مسافت توقف آنها تأثیری ندارد.

۵. گزینه ۳ چون در هر دو حالت شتاب صفر است پس برابری نیروهای وارد بر جسم نیز صفر خواهد بود. در این حالت نیروی اصطکاک با نیروی وزن جسم برابر است. حذف گزینه ۱ و ۲ در همان ابتدا و داریم:

$$F_{net} = 0 \rightarrow mg - f = 0 \rightarrow f = mg \xrightarrow{\text{الف و ب}} f_1 = f_2 = mg$$

$$\begin{cases} f_1 = f_{smax} = mg \rightarrow \mu_s FN = mg \xrightarrow{F'N=F'_1} \mu_s F_1 = mg \rightarrow F_1 = \frac{mg}{\mu_s} \\ f_2 = f_k = mg \rightarrow \mu_k FN = mg \xrightarrow{F'N=F'_2} \mu_k F_2 = mg \rightarrow F_2 = \frac{mg}{\mu_k} \\ \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu_k}{\mu_s} \xrightarrow{\mu_s > \mu_k} F_1 < F_2 \end{cases}$$



بنابراین  $f_1 = f_2$ ,  $F_1 < F_2$

۶. گزینه ۳ با استفاده از رابطه‌ی تکانه سرعت متحرک را به دست می‌آوریم:

$$p = mv \rightarrow 6 = 2v \rightarrow v = 3 \frac{m}{s}$$

سپس با استفاده از رابطه‌ی انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow K = \frac{1}{2} \times 2 \times (3)^2 = 9J$$

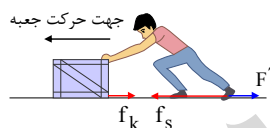
۷. گزینه ۳  $K$  باید بر حسب ژول باشد.

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow 1,8 \times 1,6 \times 10^{-19} = \frac{p^2}{2 \times 9 \times 10^{-31}}$$

$$p^2 = 18 \times 10^{-31} \times 18 \times 10^{-20} \times 16 \times 10^{-1} = 18^2 \times 16 \times 10^{-52}$$

$$p = 18 \times 4 \times 10^{-26} \Rightarrow p = 72 \times 10^{-26} = 7,2 \times 10^{-25} \text{ kg} \frac{m}{s}$$

۸. گزینه ۱



نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت واقعی یا احتمالی جسم به جسم اثر می‌کند. مطابق شکل نیروی  $f'$  نیرویی است که از طرف کف کفش شخص به سطح زمین وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل این نیرو، همان نیروی  $f_s$  است که از طرف سطح زمین به پای شخص وارد می‌شود. که جهت آن به طرف غرب خواهد بود. اما به راستی چرا نیروی اصطکاک وارد بر شخص از نوع ایستایی است؟

از طرفی جعبه به سمت غرب حرکت می‌کند. پس نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جعبه در خلاف جهت حرکت آن یعنی در جهت شرق به جعبه وارد می‌شود.

۹. گزینه ۴

$$x_{min} = \frac{V_0^2}{2a_{max}} \quad a_{max} = 2\mu_s g \rightarrow x_{min} = \frac{15 \times 15}{2 \times 0,25 \times 10} = 45m$$

۱۰. گزینه ۳ در آزمایش اول که نخ را به آرامی می‌کشیم، نیروی وارده بر نخ فرصت انتقال پیدا می‌کند و از قسمت بالای وزنه پاره می‌شود چون نیروی کشش نخ در قسمت بالا بیشتر است. در آزمایش دوم که نخ را به صورت ضربه ای و آنی می‌کشیم، نیرو فرصت انتقال پیدا نمی‌کند و از قسمت پایین پاره می‌شود.

۱۱. گزینه ۳

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

باتوجه به قانون دوم نیوتون داریم:

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

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

۱۲. گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{1}{2}mv^2 \\ p &= mv \end{aligned} \right\} \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv(v) \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv(v) \times \frac{m}{m}$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m} \Rightarrow K = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$$

۱۳. گزینه ۴ می‌دانیم نیروی مرکز گرای ماهواره همان نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره است و داریم:

$$F_{net} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow \frac{GM_em}{r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V^2 = \frac{GM_e}{r} \xrightarrow{GM_e = gR_e^2} V^2 = \frac{gR_e^2}{r} \Rightarrow V^2 \times \frac{1}{r}$$

حال با استفاده از رابطه انرژی جنبشی  $K = \frac{1}{2}mV^2$  می‌توان نوشت:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^2 = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A} \xrightarrow{r = R_e + h} \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{R_e + h_B}{R_e + h_A}$$

$$= \frac{m_A}{2m_A} \times \frac{6370 + 12740}{6370 + 6370} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{3 \times 6370}{2 \times 6370}\right) = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{4}$$

۱۴. گزینه ۱ برای مقایسه‌ی تکانه‌ی دو ماهواره، با توجه به یکسان بودن جرم آن‌ها نیاز به مقایسه‌ی سرعت آن دو داریم:

$$P = mV \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{V_A}{V_B} \quad \text{رابطه (۱)}$$

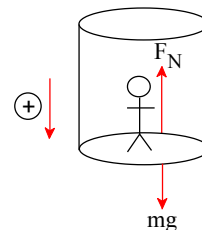
از سوی دیگر سرعت چرخش ماهواره مستقل از جرم ماهواره بوده و فقط به فاصله‌ی ماهواره از مرکز زمین بستگی دارد، بنابراین داریم:

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{\frac{h_B + R_e}{h_A + R_e}} = \sqrt{\frac{3R_e + R_e}{R_e + R_e}} = \sqrt{2} \xrightarrow{\text{رابطه‌ی (۱)}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{2}$$

۱۵. گزینه ۴ آسانسور حرکت تند شونده به پایین دارد بنابراین:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - FN = ma \Rightarrow FN = m(g - a)$$

$$FN = 80(10 - 2) \Rightarrow FN = 640 \text{ N}$$



۱۶. گزینه ۲ انرژی جنبشی جسم در حالت دوم ۹ برابر شده است، با توجه به رابطه‌ی  $K = \frac{1}{2}mv^2$  به سادگی می‌توان نتیجه

گرفت که سرعت جسم در حالت دوم ۳ برابر شده و به  $30 \frac{m}{s}$  رسیده است (چرا؟).

$$m = 4 \text{ kg}, v_1 = 10 \frac{m}{s}, v_2 = 3v_1 = 30 \frac{m}{s} \Rightarrow p_2 - p_1 = ?$$

$$\text{تکانه در دو حالت: } \begin{cases} p_1 = mv_1 = 4 \times 10 = 40 \frac{\text{kgm}}{\text{s}} \\ p_2 = mv_2 = 4 \times 30 = 120 \frac{\text{kgm}}{\text{s}} \end{cases} \Rightarrow p_2 - p_1 = 80 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$$

۱۷. گزینه ۱

$$\vec{\Delta P} = m\vec{\Delta V} \Rightarrow |\Delta P| = m(V_2 - V_1) = 50 \times 10^{-3}(23 - 14) \Rightarrow \Delta P = 0.45 = \frac{9}{20} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

۱۸. گزینه ۱ شتاب گرانشی با مجذور فاصله از مرکز زمین رابطه‌ی معکوس دارد ( $g' \propto \frac{1}{r^2}$ ). در صورتی که شعاع کره‌ی زمین را برابر  $R_e$  فرض کنیم، فاصله‌ی نقطه‌ی مورد نظر از مرکز زمین برابر است با:

$$r = R_e + h = R_e + nR_e = (n + 1)R_e$$

مهندسی صادق طاهری

اگر شتاب گرانش در سطح زمین برابر  $g$  باشد. و برای محاسبه‌ی محلی که شتاب گرانش  $\frac{1}{4}$  سطح زمین است داریم:

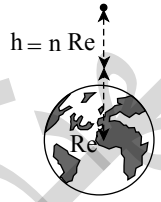
$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GM_e}{r^2}}{\frac{GM_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{r}\right)^2 = \left(\frac{R_e}{(n+1)R_e}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\text{جذر گرفتن از طرفین رابطه} \Rightarrow \frac{1}{n+1} = \frac{1}{2} \Rightarrow n=1$$

تذکر: به طور ذهنی نیز می‌توان گفت اگر فاصله از مرکز زمین از  $R_e$  به  $2R_e$  برسد، شتاب گرانش  $\frac{1}{4}$  برابر می‌شود.

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \text{شتاب } g, \frac{1}{4} \text{ برابر می‌شود} \Rightarrow r = 2R_e$$

$$\begin{cases} r = 2R_e \\ r = h + R_e \end{cases} \Rightarrow h = R_e$$



۱۹. گزینه ۲ با کمک گرفتن از رابطه‌ی  $\bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$  می‌توان نوشت:

$$P = t^2 - 10t + 20 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 5s \Rightarrow P_1 = 5^2 - 10 \times 5 + 20 = -5 \frac{kg \cdot m}{s} \\ t_2 = 7s \Rightarrow P_2 = 7^2 - 10 \times 7 + 20 = -1 \frac{kg \cdot m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{نیروی متوسط: } \bar{F} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{-1 - (-5)}{7 - 5} = 2N$$

۲۰. گزینه ۴ روش اول: در صورتی که سرعت دهنده را برابر  $V$  و سرعت گلوله را برابر  $V'$  در نظر بگیریم، داریم:

$$m = 40kg, \text{ جرم گلوله}, m' = 100g = 0.1kg, K = K' \Rightarrow \frac{P}{P'} = ?$$

$$K = \frac{1}{2}mV^2 \xrightarrow{K=K'} \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}m'V'^2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V}{V'}\right)^2 = \frac{m'}{m} = \frac{0.1}{40} = \frac{1}{400} \Rightarrow \frac{V}{V'} = \frac{1}{20}$$

$$P = mV \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{m}{m'} \times \frac{V}{V'} = \frac{40}{0.1} \times \frac{1}{20} = 20$$

با کمک رابطه‌ی بین انرژی جنبشی و تکانه داریم:

$$K = \frac{1}{2}mV^2 \xrightarrow{P=mV} K = \frac{1}{2}m\left(\frac{P}{m}\right)^2 = \frac{P^2}{2m}$$

$$\frac{K}{K'} = \left(\frac{P}{P'}\right)^2 \times \left(\frac{m'}{m}\right) \xrightarrow{K=K'} 1 = \left(\frac{P}{P'}\right)^2 \times \left(\frac{0.1}{40}\right) \Rightarrow \left(\frac{P}{P'}\right)^2 = 400 \Rightarrow \frac{P}{P'} = 20$$

۲۱. گزینه ۲ با کمک گرفتن از رابطه‌ی  $F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$  می‌توان نوشت:

$$P = t^2 - 10t + 20 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 5s \Rightarrow P_1 = 5^2 - 10 \times 5 + 20 = -5 \frac{kg \cdot m}{s} \\ t_2 = 7s \Rightarrow P_2 = 7^2 - 10 \times 7 + 20 = -1 \frac{kg \cdot m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{نیروی متوسط: } \bar{F} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{-1 - (-5)}{7 - 5} = 2N$$

۲۲. گزینه ۱

وزن ماهواره در سطح زمین  $= \frac{1}{16}$  نیروی مرکز گرای ماهواره = نیروی جاذبه‌ی گرانش نیوتن بین  $Me, m$

$$W' = \frac{1}{16} W \Rightarrow \frac{GmMe}{(Re+h)^2} = \frac{1}{16} \frac{GmMe}{Re^2} \Rightarrow \frac{1}{(Re+h)^2} = \frac{1}{16} \times \frac{1}{(Re)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{Re+h} = \frac{1}{4Re} \Rightarrow h = 3Re$$

۲۳. گزینه ۴ با توجه به برابر بودن بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره، نسبت سرعت اولیه در ماهواره را به سادگی به دست می‌آوریم:

$$PA = PB \xrightarrow{P=mV} mAVA = mBV \Rightarrow \frac{VA}{VB} = \frac{mB}{mA} \xrightarrow{mA = \frac{5}{4}mB} \frac{VA}{VB} = \frac{mB}{\frac{5}{4}mB} = \frac{4}{5}$$

از طرفی سرعت ماهواره در یک مدار، با جذر شعاع مدار رابطه‌ی معکوس دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$V = \sqrt{\frac{GMe}{r}} \Rightarrow V \propto \frac{1}{\sqrt{r}} \Rightarrow \frac{VA}{VB} = \sqrt{\frac{rB}{rA}} \Rightarrow \frac{4}{5} = \sqrt{\frac{rB}{rA}} \Rightarrow \frac{rB}{rA} = \frac{16}{25}$$

۲۴. گزینه ۱ با توجه به رابطه‌ی  $V = \sqrt{\frac{GMe}{r}}$ ، تبدی مداری ماهواره به جرم آن بستگی ندارد و با جذر فاصله‌ی آن از مرکز زمین  $(r = h + Re)$  رابطه‌ی معکوس دارد و داریم:

$$VB = \frac{1}{2}VA, hA = Re, hB = ?$$

$$V = \sqrt{\frac{GMe}{r}} \Rightarrow \frac{VB}{VA} = \sqrt{\frac{rA}{rB}} = \sqrt{\frac{Re + Re}{hB + Re}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{2Re}{hB + Re}}$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین به توان دو}} \frac{1}{4} = \frac{2Re}{hB + Re} \Rightarrow hB + Re = 8Re \Rightarrow hB = 7Re$$

۲۵. گزینه ۳ اگر نیروی افقی به تدریج کاهش یابد تا لحظه‌ای که شتاب جسم صفر شود، شتاب مثبت و سرعت متحرک در حال افزایش است. اندازه‌ی نیروی افقی در لحظه‌ای که شتاب متحرک صفر می‌شود برابر است با:

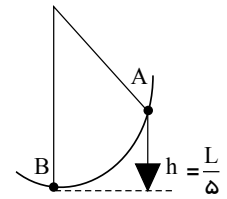
$$F' - \mu_k mg = m \times 0 \Rightarrow F' - \frac{1}{4} \times 4 \times 10 = 0 \Rightarrow F' = 10 N$$

$$\Delta F = \text{حداکثر کاهش نیرو} = 40 - 10 = 30 N$$

۲۶. گزینه ۴ با توجه به قضیه کارو انرژی، می‌دانیم انرژی پتانسیل در نقطه A با انرژی جنبشی در نقطه B برابر است، بنابراین:

$$EA = EB \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = 2gh = 2g \times \frac{L}{5} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gL}{5}}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p = m \times \sqrt{\frac{2gL}{5}} \Rightarrow p = \sqrt{\frac{2gLM^2}{5}}$$



راه دوم: چون  $K = \frac{p^2}{2m}$  است. بنابراین:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U = K \Rightarrow mg \frac{L}{5} = \frac{p^2}{2M} \Rightarrow p = \sqrt{\frac{2M^2gL}{5}}$$

۲۷. گزینه ۴ با توجه به آن که نیروی مرکز گرای ماهواره همان نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره است، داریم:

$$F_{net} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow \frac{GMem}{r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V^2 = \frac{GMe}{r} \xrightarrow{GMe = gRe^2} V = Re \sqrt{\frac{g}{r}}$$



بنابراین سرعت ماهواره‌ها بر حسب  $\frac{km}{h}$  برابر است با:

مهندس صادق طاهری

$$V = Re \sqrt{\frac{g}{r}} \times \frac{36}{10}$$

$$V = 64 \times 10^5 \sqrt{\frac{9.8}{72 \times 10^5}} \times \frac{36}{10} = \frac{64 \times 36 \times 10^4}{10^3} \sqrt{\frac{9.8}{72}}$$

$$V = 640 \times 36 \times \sqrt{\frac{9.8}{72}} = 640 \times 36 \times \sqrt{\frac{49}{36}}$$

$$V = \frac{640 \times 36 \times 7}{6} = 26880 \frac{km}{h}$$

۲۸. گزینه ۴

$$pk = po \Rightarrow mkvk = movo \Rightarrow \Delta m o v k = m o v o \Rightarrow v o = \Delta v k$$

$$\frac{Kk}{Ko} = \frac{mk}{mo} \times \left(\frac{vk}{vo}\right)^2 = 5 \times \left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{1}{5}$$

۲۹. گزینه ۲

$$pA = pB, mB = 3mA, KA = 18J, KB = ?$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \xrightarrow{p=mv} K = \frac{p^2}{2m}$$

$$\frac{KB}{KA} = \left(\frac{PB}{PA}\right)^2 \times \frac{mA}{mB} \Rightarrow \frac{KB}{18} = (1)^2 \times \frac{1}{3} \Rightarrow KB = 6J$$

۳۰. گزینه ۲ شتاب متوسط حرکت اتومبیل در بازه‌ی زمانی ۳s عبارت است از:

$$a_{av} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

$$V_1 = 54 \frac{km}{h} = 15 \frac{m}{s} \Rightarrow \bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 15}{0.3} = -50 \frac{m}{s^2} \Rightarrow |\bar{a}| = 50 \frac{m}{s^2}$$

سرعت اتومبیل به صفر می‌رسد.  $V_2 = 0$

در ادامه‌ی بزرگی نیروی متوسطی که کمر بند بر شخص وارد می‌کند، عبارت است از:

$$F = m\bar{a} = 60 \times 50 = 3000N$$

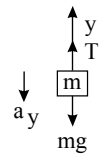
۳۱. گزینه ۳

$$F_{net} = ma$$

$$mg - T = ma$$

$$mg - \frac{1}{3}mg = ma$$

$$a = \frac{2}{3}g$$



۳۲. گزینه ۳

با توجه به مفهوم ضربه (نیرو) و تغییرات سرعت داریم:

$$|\vec{F}| \cdot \Delta t = m|\Delta \vec{V}| \Rightarrow 3 \times 4 = 2(V - 5) \Rightarrow V - 5 = 6 \Rightarrow V = 11 \frac{m}{s}$$

$$|\vec{P}_2| = m|\vec{V}| \Rightarrow |\vec{P}_2| = 2 \times 11 = 22 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۳۳. گزینه ۳

$$K_2 = K_1 - \frac{75}{100} K_1 = K_1 - \frac{3}{4} K_1 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{4} K_1$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$$

$$P = mV \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{2} P_1 = \frac{50}{100} P_1$$

روش دوم:

با توجه رابطه  $K$  و  $P$  داریم:

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{P^2}{2M} \\ K_2 &= K_1 - \frac{3}{4} K_1 = \frac{1}{4} K_1 \\ m_1 &= m_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{\frac{1}{4} K_1}{K_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{P_2^2}{P_1^2} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{2} P_1 = \frac{50}{100} P_1$$

۳۴. گزینه ۳

$$\vec{F}_1 = 3\vec{i} - 4\vec{j} \Rightarrow \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -3\vec{i} + 4\vec{j} \Rightarrow F_{net} = \sqrt{(-3)^2 + (4)^2} = 5N$$

$$\vec{F}_2 = -6\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{5}{0.5} = 10 \frac{m}{s^2}$$

۳۵. گزینه ۱

$$F - fk = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow 24 - \mu \times 6 \times 10 = 6 \times 3 \Rightarrow \mu = 0.1$$

۳۶. گزینه ۲

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 v_1^2 = v_1^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times 2 (v_1 + 8)^2 \Rightarrow 4 v_1^2 = (v_1 + 8)^2$$

$$\Rightarrow 2V_1 = v_1 + 8 \Rightarrow V_1 = 8m/s \Rightarrow P_1 = m v_1 = 2 \times 8 = 16 kgm/s$$

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

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

۳۸. گزینه ۱ عددی که ترازو نشان می دهد ثابت و کوچک تر از وزن شخص است، در نتیجه حرکت با شتاب ثابت انجام می شود و

این حرکت می تواند کند شونده به بالا و یا تندشونده به پایین باشد که در هر دو حالت جهت شتاب به سمت پایین خواهد بود.

$$N = m(g - a) \Rightarrow 480 = 60(10 - a) \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

۳۹. گزینه ۱

$$V = 54 \div 3.6 = 15$$

$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow 0 - \mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g \Rightarrow a = -0.2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$x_{توقف} = \frac{V_0^2}{2|a|} = \frac{(15)^2}{2 \times 2} = \frac{225}{4} \simeq 56m$$

۴۰. گزینه ۲ با استفاده از رابطه بین سرعت و دوره گردش ماهواره می توان نوشت:

مهندس صادق طاهری

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{2tr}{V} \\ V &= \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \xrightarrow{GM_e = gR_e^2} V = R_e \sqrt{\frac{g}{r}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T = \frac{2tr}{R_e \sqrt{\frac{g}{r}}} \xrightarrow{r = R_e + R_e} T = \frac{2t(2R_e)}{R_e \sqrt{\frac{g}{r}}} = 4t \sqrt{\frac{r}{g}}$$

۴۱. گزینه ۳

$$p_A = p_B \Rightarrow m_A v_A = m_B v_B \Rightarrow 2m_B v_A = m_B v_B \Rightarrow v_B = 2v_A$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{1}{2} m_A v_A^2}{\frac{1}{2} m_B v_B^2} = \frac{(2m_B) v_A^2}{m_B (2v_A)^2} = \frac{2v_A^2}{4v_A^2} = \frac{1}{2}$$

روش دوم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{m_B}{m_A}\right) \times \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{m_B}{2m_B}\right) \times 1 = \frac{1}{2}$$

۴۲. گزینه ۴

شتاب مرکز گرای ماهواره در هر نقطه مدار برابر شتاب گرانش در آن نقطه مدار است و داریم:

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GM_e}{(R_e+h)^2}}{\frac{GM_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 = \left(\frac{R_e}{R_e+2R_e}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{1}{9}$$

۴۳. گزینه ۲

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow 2\vec{i} - 4\vec{j} = \frac{\vec{F}_{net}}{1.5} \Rightarrow \vec{F}_{net} = 3\vec{i} - 6\vec{j}$$

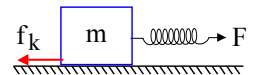
$$\Rightarrow \vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow 3\vec{i} - 6\vec{j} = 2\vec{i} - 5\vec{j} + \vec{F}_2 \Rightarrow \vec{F}_2 = \vec{i} - \vec{j}$$

۴۴. گزینه ۱

$$F_{net} = ma$$

$$F_e - f_k = 0 \Rightarrow F_e = f_k$$

$$k\Delta x = \mu mg \Rightarrow 50 \times 0.1 = \mu \times 50 \Rightarrow \mu = 0.1$$



۴۵. گزینه ۳

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4 = -\vec{F}_3$$

پس اگر  $\vec{F}_3$  حذف شود اندازهی برآیند بقیه نیروها برابر با اندازهی نیروی  $F_3$  است پس:

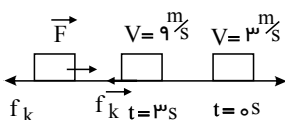
$$F_3 = ma \Rightarrow 15 = 2a \Rightarrow a = 7.5 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \Delta V = a\Delta t = 15 \frac{m}{s^2}$$

۴۶. گزینه ۳

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow \frac{kA}{k_B} = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^2 = \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \frac{kA}{k_B} = \frac{r_B}{2r_B} = \frac{1}{2}$$

۴۷. گزینه ۳ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - زمان، سرعت جسم را در لحظه  $t = 3s$  به دست می آوریم:

$$v = 2t + 3 \xrightarrow{t=3s} v = 2 \times 3 + 3 = 9 \frac{m}{s}$$



از طرفی می دانیم، آهنگ تغییر تکانه یک جسم نسبت به زمان برابر با برآیند نیروهای وارد بر آن جسم

است و از آن جایی که پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، تنها نیروی اصطکاک است که به جسم شتاب می دهد،

می توان نوشت:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta p = m(\Delta v)} F \cdot \Delta t = m(\Delta v) \Rightarrow 0 - f_k = 2(0 - 9) \Rightarrow f_k = 3N$$

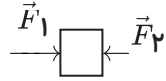
باتوجه به معادلهٔ سرعت - زمان جسم در  $3s$  اول حرکت، شتاب حرکت جسم برابر  $\frac{m}{s^2}$  است پس با نوشتن قانون دوم نیوتون در این بازهٔ زمانی داریم:

مهندس صادق طاهری

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - 3 = 2 \times 2 \Rightarrow F = 7N$$

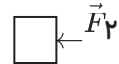
۴۸. گزینه ۲ در ابتدا جسم از مبدأ مکان و در حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، بنابراین حرکت جسم بر روی خط راست است. با حذف نیروی  $\vec{F}_1$  جسم پس از مدتی دوباره از مبدأ حرکت می‌گذرد.

پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که نیروهای  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگر هستند. (چرا؟!  $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$ )



$$F_1 - F_2 = ma_1 \xrightarrow{m=2kg} \frac{F_1 - F_2}{2} = a_1$$

$$\frac{V_1 = a_1 t_1 + V_0}{V_0 = 0, t_1 = 4s} \rightarrow V_1 = \frac{F_1 - F_2}{2} \times 4 \Rightarrow V_1 = 2(F_1 - F_2)$$



$$-F_2 = ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{-F_2}{2}$$

$$\frac{V_2 = a_2 t_2 + V_1, V_2 = -12 \frac{m}{s}}{V_1 = 2(F_1 - F_2), t_2 = 4s} \rightarrow -12 = \frac{-F_2}{2} \times 4 + 2(F_1 - F_2) \Rightarrow F_1 - 2F_2 = -6 (*)$$

$$\Delta x_1 = -\Delta x_2 \Rightarrow \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + V_0 t_1 = -(\frac{1}{2} a_2 t_2^2 + V_1 t_2)$$

$$\frac{a_1 = \frac{F_1 - F_2}{2}}{a_2 = \frac{-F_2}{2}} \rightarrow \frac{1}{2} (\frac{F_1 - F_2}{2}) \times 4^2 + 0 = -(\frac{1}{2} \frac{F_2}{2} \times 4^2 + 2(F_1 - F_2) \times 4)$$

$$\Rightarrow 12(F_1 - F_2) = 4F_2 \xrightarrow{(*)} F_2 = 9N, F_1 = 12N \Rightarrow |\vec{F}_1 + \vec{F}_2| = 12 - 9 = 3N$$

۴۹. گزینه ۳

$$T_A = \frac{1 \text{ شبانه روز}}{2} \times \frac{24h}{1 \text{ شبانه روز}} = 12h, T_B = \frac{1 \text{ شبانه روز}}{16} \times \frac{24}{1 \text{ شبانه روز}} = \frac{24}{16}h$$

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{2tr}{V} \\ V &= \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow T = \frac{2tr}{\sqrt{\frac{GM_e}{r}}} \Rightarrow T^2 = \frac{4t^2 r^2}{GM_e} = \frac{4t^2 r^3}{GM_e} \Rightarrow T = 2t \sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$$

$$\left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{12}{\frac{24}{16}}\right)^2 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \Rightarrow (A)^2 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 4$$

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{1}{16}$$

۵۰. گزینه ۱ (۱) وقتی آسانسور پایین برود:

$$F_N = m(g - a) = m\left(g - \frac{g}{4}\right) = \frac{3}{4}mg$$

(۲) چون کندشونده پایین می‌رود:  $a = -\frac{g}{4}$

$$FN = m(g - (-\frac{g}{4})) = \frac{5}{4}mg$$

(۳) در بالا رفتن داریم:

مهندسی صادق طاهری



$$FN = m(g + a) = m\left(g + \frac{g}{8}\right) = \frac{9}{8}mg$$

(۴) حرکت کندشونده است:  $a = -\frac{g}{8}$

$$FN = m\left(g - \frac{g}{8}\right) = \frac{7}{8}mg$$

۵۱. گزینه ۴ (۱) نادرست است زیرا اگر جسم با سرعت ثابت حرکت کند تکانه آن صفر نیست ولی برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.

(۲) نادرست است زیرا در حرکت دایره ای برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست بلکه برابر نیروی مرکز گراست.

(۳) نادرست است. در حرکت دایره ای برآیند نیروها صفر نیست ولی اندازه سرعت ثابت می ماند.

(۴) درست است. در حرکت تندشونده بردارهای سرعت و شتاب هم جهت می باشند از طرفی نیرو و شتاب نیز همواره هم جهت اند پس سرعت و نیرو نیز هم جهت می باشند.

۵۲. گزینه ۲ با توجه به معادلات حرکت شتاب جهت می توان شتاب جسم را بدست آورد.

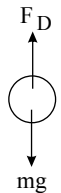
$$\begin{cases} V_0 = 0 \\ \Delta y = -3.0m \\ t = 3s \end{cases} \quad \Delta y = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t$$

$$-3.0 = \frac{1}{2}a \times 9 \quad a = -\frac{6.0}{9} = -\frac{2.0}{3} \frac{m}{s^2}$$

علامت منفی شتاب نشان می دهد که شتاب خلاف محور  $y$  ها رو به پایین است. با نوشتن قانون دوم نیوتن در جهت حرکت که به سمت پایین است نیروی مقاومت هوا  $FD$  بدست می آید. دقت شود چون جهت حرکت به سمت پایین است و شتاب نیز رو به پایین در جهت حرکت است آن را در قانون دوم نیوتون  $+$  در نظر می گیریم.

$$mg - FD = ma \quad 2.0 - FD = 2 \times \frac{2.0}{3}$$

$$FD = 2.0 - \frac{4.0}{3} = \frac{2.0}{3} N$$



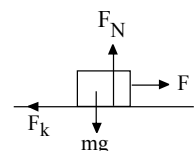
۵۳. گزینه ۳ بعد از قطع نیرو فقط اصطکاک در راستای حرکت جسم و در جهت خلاف حرکت بر آن وارد می شود پس ابتدا اصطکاک را تا وقتی که هنوز نیروی  $F$  اعمال می شود بدست می آوریم. با نوشتن معادله سرعت شتاب را بدست می آوریم.

$$V = at + V_0$$

$$1.0 = a \times 5 + 0 \quad a = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$$

$$F - f_k = ma$$

$$3.0 - f_k = 5 \times 2 \quad f_k = 2.0 N$$



با حذف نیروی  $F$  می توان قانون دوم را نوشت:

$$-f_k = ma$$

$$-2.0 = 5a \quad a = -\frac{4}{5} \frac{m}{s^2}$$

حال سرعت جسم از  $1.0 \frac{m}{s}$  باید به صفر برسد.

$$V = at + V_0$$

$$0 = -4t + 1.0 \quad t = 2.5 s$$

۵۴. گزینه ۳ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - زمان، سرعت جسم را در لحظه  $t = ۳s$  به دست می آوریم:

$$V = ۲t + ۳ \xrightarrow{t=۳s} V = ۲ \times ۳ + ۳ = ۹m/s$$

مهندسی صادق طاهری

از طرفی می دانیم، آهنگ تغییر تکانه یک جسم نسبت به زمان برابر با برآیند نیروهای وارد بر آن جسم است و از آن جایی که پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، تنها نیروی اصطکاک است که به جسم شتاب می دهد، می توان نوشت:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta P = m(\Delta V)}{\Delta t} \rightarrow F \cdot \Delta t = m(\Delta V) \Rightarrow 0 - f_k = 2(0 - 9) \Rightarrow f_k = 3N$$

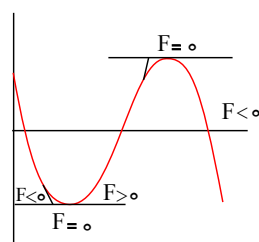
باتوجه به معادله سرعت - زمان جسم در ۳s اول حرکت، شتاب حرکت جسم برابر  $2 \frac{m}{s^2}$  است پس با نوشتن قانون دوم نیوتون در این بازه زمانی داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - 3 = 2 \times 2 \Rightarrow F = 7N$$

**۵۵. گزینه ۱** سرعت جسم در مسیر در حال تغییر است پس انرژی جنبشی و تکانه تغییر می کند. (گزینه ۳ و ۴) از طرفی آهنگ تغییر انرژی جنبشی که همان کار برآیند می باشد  $(WR = K_2 - K_1 = \Delta K)$  به کار برآیند که در واقع همان کار نیروی وزن  $(Wmg = \pm mgh)$  می باشد تابع ارتفاع است و در هر ارتفاعی مقدار خاصی به دست می آید پس ثابت نیست. ولی آهنگ تغییر تکانه همان نیروی کل وارد بر جسم که فقط وزن جسم است، می باشد که در کل مسیر ثابت است.

$$F = mg = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

**۵۶. گزینه ۲**



در نمودار  $P - t$ ، شیب خط مماس برابر نیروی لحظه ای وارد بر جسم است. از روی شیب خط مماس مشخص است که دو بار نیرو صفر شده و تغییر علامت می دهد.

**۵۷. گزینه ۳**

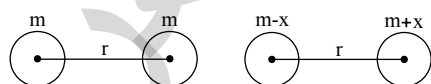
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta mv}{\Delta t}$$

$$\text{چون جرم ثابت است} \Rightarrow F = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

سرعت کمی برداری است و منظور از  $\Delta v$  تفاضل بردارهای سرعت است. در حالت خلاف جهت بردار تفاضل برابر مجموع بردارهاست.

$$F = \frac{0.6 \times 25}{400 \times 10^{-3}} = 37.5N \rightarrow \Delta v = 10 + 15 = 25 \frac{m}{s}$$

**۵۸. گزینه ۳** با استفاده از قانون گرانش نیوتون  $(F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2})$  داریم:



$$F' = \frac{75}{100} F \Rightarrow G \frac{(m-x)(m+x)}{r^2} = \frac{75}{100} G \frac{m \times m}{r^2} \Rightarrow (m^2 - x^2) = \frac{3}{4} m^2$$

$$\Rightarrow 4m^2 - 4x^2 = 3m^2 \Rightarrow m^2 = 4x^2 \Rightarrow x = \frac{m}{2}$$

بنابراین باید ۵۰٪ از جرم یکی کم کرده و به دیگری اضافه کنیم. **۵۹. گزینه ۱** نیروی مرکز گرا و تکانه، از رابطه های مقابل به دست می آیند.

$$F = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow 1000 = \frac{mv^2}{5}$$

$$p = mv \Rightarrow 500 = mv$$

از تقسیم دو رابطه  $v$  به دست می آید.

مهندس صادق طاهری

$$\frac{\frac{2}{100}}{\frac{50}{1}} = \frac{m \cancel{v}^2}{5} \quad v = \frac{v}{5} \quad v = 10 \frac{m}{s}$$

۶۰. گزینه ۳ می توان شتاب را به دست آورد.

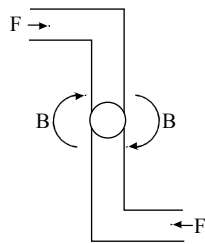
$$a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(\vec{18i} + \vec{6j}) - (\vec{3i} + \vec{4j})}{2} = \frac{\vec{15i} + \vec{2j}}{2} = \vec{7.5i} + \vec{j}$$

$$F_{net} = ma = 8(\vec{7.5i} + \vec{j}) = \vec{60i} + \vec{8j}$$

$$F = \sqrt{60^2 + 8^2} = \sqrt{(5 \times 4)^2 + (2 \times 4)^2} = \sqrt{4^2(25 + 4)}$$

$$F = 4\sqrt{29} N$$

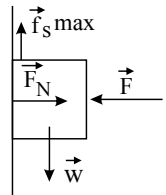
۶۱. گزینه ۴



مطابق قانون سوم نیوتن عکس العمل نیرویی که از طرف آب هنگام خروج آب از فواره به فواره وارد می شود، باعث چرخش فواره می شود. نیرویی که از طرف فواره به آب وارد می شود در جهت خروج آب از دو انتهای فواره است. مطابق شکل عکس العمل آن در خلاف جهت به فواره وارد می شود و باعث چرخش فواره در جهت B می گردد.

۶۲. گزینه ۱ شرط نلغزیدن آن است که وزن جسم از بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی بیشتر نباشد. بنابراین:

$$F_{net_x} = 0 \Rightarrow F = FN$$



$$W \leq f_s \max \Rightarrow W \leq \mu_s FN \Rightarrow W \leq \mu_s F \Rightarrow F \geq \frac{W}{\mu_s}$$

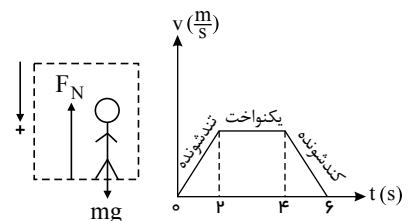
۶۳. گزینه ۴ اگر دو جسم با جرم های  $m_1, m_2$  در فاصله  $r$  از هم قرار گیرند بین دو جسم نیروی جاذبه ای گرانشی به جود می آید که اندازه آن با استفاده از قانون جهانی گرانش نیوتون به دست می آید.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_2 = 8 + 3^2 = 40 m} \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{8}{40}\right)^2 = \frac{1}{25} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{25} F_1$$

$$\text{درصد تغییرات اندازه نیروی گرانشی} = \frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{25} F_1 - F_1}{F_1} \times 100 = -96\%$$

۶۴. گزینه ۳

$$mg - FN = ma \Rightarrow FN = m(g - a)$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{a < 0} FN > mg \text{ (تندشونده به سمت بالا یا کند شونده به سمت پایین)} \\ \text{شتاب به سمت بالا} \\ \xrightarrow{a > 0} FN < mg \text{ (تندشونده به سمت پایین یا کند شونده به سمت بالا)} \\ \text{شتاب به سمت پایین} \end{array} \right.$$

مهندیس صادق طاهری

در ۲ ثانیه اول که آسانسور حرکت تندشونده به سمت پایین دارد  $F_N < mg$  است، بنابراین  $W_1 < mg$ . در دو ثانیه دوم که حرکت آسانسور یکنواخت می‌شود  $F_N = mg$  و بنابراین  $W_2 = mg$  است و در دو ثانیه سوم که حرکت آسانسور کندشونده به سمت پایین است  $F_N > mg$ ، بنابراین  $W_3 > mg$  می‌باشد.

۶۵. گزینه ۴ وقتی جسم روی سطح افقی پرتاب می‌شود، تنها نیروی افقی وارد بر جسم نیروی اصطکاک جنبشی است و در نتیجه شتاب حرکت جسم منفی است. در این صورت داریم:

$$F = 0 \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -mg\mu_k = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -0.3 \times 10 = -3 \frac{m}{s^2}$$

برای به دست آوردن سرعت جسم پس از جابه‌جایی مشخص، از رابطه سرعت به جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم. داریم:

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 100 = 2 \times (-3) \times 6 \Rightarrow V^2 = 64 \Rightarrow V = 8 \frac{m}{s}$$

سرعت از ۱۰ متر بر ثانیه به ۸ متر بر ثانیه می‌رسد، یعنی ۲ متر بر ثانیه کاهش یافته است؛ در نتیجه:

$$\text{درصد تغییرات سرعت} = \frac{\Delta V}{V_0} \times 100 = \frac{(-2)}{10} \times 100 = -20\%$$

یعنی سرعت ۲۰٪ کاهش می‌یابد.

۶۶. گزینه ۳ باتوجه به رابطه تغییر اندازه حرکت داریم:

$$\Delta \vec{p} = m\Delta \vec{v} \xrightarrow{\vec{g} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}} \Delta \vec{p} = m\Delta t \vec{g}$$

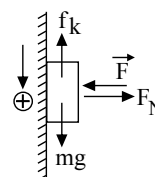
$$\frac{\Delta \vec{p} = -25\vec{j} \left(\frac{kg \cdot m}{s}\right)}{\vec{g} = -10\vec{j} \left(\frac{m}{s^2}\right), \Delta t = 6 - 2 = 4s} \rightarrow -25\vec{j} = 4m \times (-10\vec{j}) \Rightarrow m = \frac{25}{40} kg = 625g$$

۶۷. گزینه ۴ نیروی وزن گلوله از طرف کره‌ی زمین بر گلوله وارد می‌شود و واکنش این نیرو هم از طرف گلوله به کره‌ی زمین خواهد بود.

۶۸. گزینه ۳ در حالت اول که جسم با سرعت ثابت پایین می‌آید، شتاب صفر است و بنابراین اندازه نیروی اصطکاک با اندازه نیروی اصطکاک با اندازه وزن جسم برابر است.

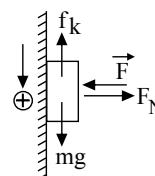
$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - f_k = 0$$

$$\Rightarrow mg = f_k \xrightarrow{f_k = \mu_k N, N = F'} mg = \mu_k F \Rightarrow F = \frac{mg}{\mu_k}$$



با دو برابر شدن اندازه نیروی افقی  $\vec{F}$ ، اندازه نیروی اصطکاک افزایش یافته و حرکت جسم کندشونده شد و شتاب حرکت به سمت بالا می‌گردد. با انتخاب جهت مثبت به سمت پایین، شتاب حرکت را در این لحظه به دست می‌آوریم.

$$mg - f'_k = ma \xrightarrow{f'_k = \mu_k N', N' = 2F, F = \frac{mg}{\mu_k}} mg - \mu_k \times 2 \times \frac{mg}{\mu_k} = ma$$

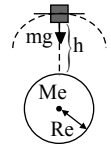


$$\Delta y = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t, t = 2s$$

$$\Rightarrow a = -g \xrightarrow{V_0 = 40 m/s, g = 10 \frac{m}{s^2}} \Delta y = \frac{1}{2} \times (-10) \times 2^2 + 40 \times 2 = 60m$$

۶۹. گزینه ۱ می‌دانیم نیروی مرکز‌گرای لازم برای حرکت دایره‌ای یکنواخت ماهواره به دور زمین، توسط نیروی گرانش تامین می‌شود. داریم:

$$F_{\text{مرکزگرا}} = F_{\text{گرایش}} \Rightarrow \frac{mV^2}{r} = G \frac{Me m}{r^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GMe}{r}}$$



مهندیس صادق طاهری



$$g = \frac{GM_e}{Re^2} \rightarrow V = \sqrt{\frac{gRe^2}{r}} = Re \sqrt{\frac{g}{r}} \quad r = Re + h \rightarrow V = Re \sqrt{\frac{g}{Re + h}}$$

$$= 64 \times 10^5 \sqrt{\frac{10}{(6400 + 3600) \times 10^3}} = 64 \times 10^5 \times \frac{1}{10^3} = 6400 \frac{m}{s} \Rightarrow V = 6400 \frac{m}{s}$$

۷۰. گزینه ۲ وزن ماهواره هنگام حرکت دایره‌ای یکنواخت در فضا برابر با نیروی مرکز گرای وارد بر ماهواره است، بنابراین داریم:

$$F_c = ma_c = 2000 \times 4 = 8000 N$$

۷۱. گزینه ۲ ابتدا زمان حرکت جسم را به دست می‌آوریم. در لحظه‌ای جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد که  $F = f_{s,max}$  شود.

$$f_{s,max} = \mu_s mg = 0.4 \times 2.5 \times 10 = 10 N$$

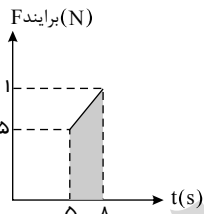
باتوجه به اینکه نمودار اندازه نیرو بر حسب زمان به صورت خط راست است، معادله آن را به دست می‌آوریم و لحظه‌ای که جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد را به دست می‌آوریم:

$$F = 2t \quad \begin{matrix} F=10N \\ \rightarrow \\ t = \frac{10}{2} = 5s \end{matrix}$$

پس از این لحظه نیروی اصطکاک وارد بر جسم از نوع جنبشی می‌شود.

$$f_k = \mu_k mg = 0.2 \times 2.5 \times 10 = 5 N \quad \begin{matrix} F' = F - f_k \\ \text{برآیند} \\ \rightarrow \\ F = 2t \\ \rightarrow \\ F' = 2t - 5 \end{matrix}$$

اکنون نمودار نیروی برآیند وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. (در لحظات  $t \leq 5s$  جسم در حالت سکون و برآیند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است.)



$$\Delta P = \frac{(5 + 11)}{2} \times (8 - 5) = 24 \frac{kg \cdot m}{s}$$

مساحت محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر با میزان تغییر اندازه حرکت است.

۷۲. گزینه ۲ در حالت اول داریم:

$$\Rightarrow F - \mu_k mg = ma$$

$$N' = mg - F$$

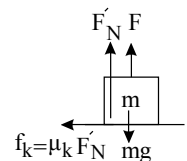
$$-\mu_k N' = ma' \Rightarrow m|a'| = \mu_k N'$$

$$\frac{F'_{N'}}{m} = mg - F \rightarrow m|a'| = \mu_k (mg - F)$$

$$\frac{|a'| = 2a}{F - \mu_k mg} \mu_k (mg - F) = 2 \Rightarrow 2F - 2\mu_k mg = \mu_k mg - \mu_k F$$

$$\Rightarrow F(\mu_k + 2) = 3\mu_k mg \Rightarrow \frac{F}{mg} = \frac{3\mu_k}{\mu_k + 2} \quad \frac{F}{mg} = \frac{3 \times 0.4}{2.4} = \frac{1}{2}$$

در حالت دوم داریم:



۷۳. گزینه ۱ توجه داشته باشید بنا بر تعریف قانون دوم نیوتن، شتاب جسم با برآیند نیروهای وارد بر جسم متناسب است. لذا می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = (\alpha + 12 + 4)\vec{i} + (2 + 9 + 7)\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_{net} = (\alpha + 16)\vec{i} + 18\vec{j}$$

مهندسی  
صادق طاهری

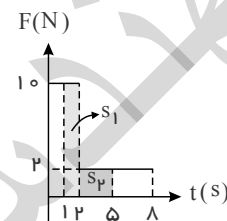
$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{(\alpha + 16)^2 + 18^2} = 10 \times 3 \Rightarrow (\alpha + 16)^2 + 324 = 900$$

$$\Rightarrow (\alpha + 16)^2 = 576 \Rightarrow \alpha + 16 = \pm 24 \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 8 & \text{ق ق} \\ \alpha = -40 & \text{غ ق ق} \end{cases}$$

۷۴. گزینه ۴ مساحت زیر نمودار  $F$  بر حسب  $t$ ، با تغییرات تکانه جسم در همان بازه زمانی برابر است.

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= 1 \times 10 = 10 \frac{kg \cdot m}{s} \\ S_2 &= 3 \times 2 = 6 \frac{kg \cdot m}{s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow ST = 10 + 6 = 16 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta p = 16 = m \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{16}{2} = 8 \frac{m}{s}$$

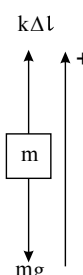


۷۵. گزینه ۳

$$F_{net} = ma$$

$$k\Delta l - mg = ma \Rightarrow 500 \times \frac{2}{100} - 10m = 2m$$

$$\Rightarrow 10 = 12m \Rightarrow m = \frac{10}{12} = \frac{5}{6} kg$$



۷۶. گزینه ۴ شیب نمودار تکانه - زمان برابر با نیروی برآیند وارد بر جسم است، داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow{P_2 = 16 \frac{kg \cdot m}{s}, t_2 = 8s} \xrightarrow{P_1 = 0, t_1 = 0s} F_{av} = \frac{16 - (0)}{8 - 0} = 2N$$

$$F_{av} = F - f_k \xrightarrow{f_k = \mu_k mg = 0,2 \times 2,5 \times 10 = 5N} \xrightarrow{F_{av} = 2N} F = F_{av} + f_k = 2 + 5 \Rightarrow F = 7N$$

۷۷. گزینه ۴ در آسانسور هنگام بالا رفتن، وزن ظاهری به صورت مقابل به دست می آید.

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

$$a_1 = 4 \frac{m}{s^2} \Rightarrow FN = 8(10 + 4) = 8 \times 14$$

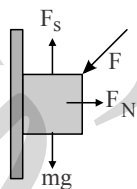
$$\Rightarrow \Delta FN = 8 \times 14 - 8 \times 5 = 8(14 - 5)$$

$$a_2 = -5 \frac{m}{s^2} \Rightarrow FN = 8(10 - 5) = 8 \times 5$$

$$\Rightarrow \Delta FN = 72N$$

۷۸. گزینه ۱

با توجه به نیروهای رسم شده، نیروی اصطکاک روبه بالا و نیروی تکیه گاه به طرف راست است.



۷۹. گزینه ۴ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow ma = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} \Rightarrow 6 \times 0,5 = \frac{12 - 0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 4s$$

۸۰. گزینه ۳ گزینه ی «۱»: نادرست - به طور مثال در حرکت دایره ای یکنواخت، اندازه ی شتاب ثابت و برابر  $a = \frac{v^2}{r}$  است، اما

چون سرعت آن مماس بر مسیر دایره ای است، امتداد آن در هر لحظه تغییر می کند.

گزینه ی «۲»: نادرست - به طور مثال در حرکت دایره‌ای یکنواخت اندازه‌ی شتاب ثابت است و مسیر حرکت خط راست نمی‌باشد.  
گزینه ی «۳»: درست - طبق رابطه‌ی  $\vec{F} = m\vec{a}$ ، همواره شتاب با نیرو هم‌جهت و متناسب با آن است. بنابراین وقتی اندازه‌ی شتاب ثابت باشد، اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم ثابت می‌ماند.

مهندسی صادق طاهری

گزینه‌ی «۴»: نادرست - چون جسم شتاب دارد، سرعت آن متغیر است، بنابراین طبق رابطه‌ی  $\vec{p} = m\vec{v}$ ، تکانه‌ی آن نیز متغیر می‌باشد.

۸۱. گزینه ۳ شتاب توقف برای خودرو و کامیون به جرم آن‌ها بستگی ندارد، زیرا:

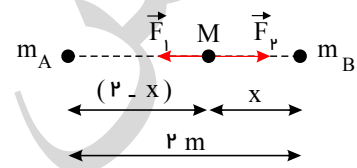
$$V_2^2 - V_1^2 = 2ad \frac{V_2=0}{V_1=V} |a| = \frac{V^2}{2d}$$

از طرفی طبق قانون دوم نیوتون ( $F = ma$ ) می‌توان نوشت:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F} = 1,5 \times 1 \Rightarrow \frac{F_2}{F} = 1,5$$

۸۲. گزینه ۳ مطابق شکل زیر و با استفاده از قانون گرانش نیوتون، داریم:

$$F_1 = \frac{1}{3}F_2 \Rightarrow G \frac{m_A M}{(2-x)^2} = \frac{1}{3}G \frac{m_B M}{x^2} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3} \left( \frac{2-x}{x} \right)^2$$



$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{9} \rightarrow \frac{4}{9} = \frac{1}{3} \left( \frac{2-x}{x} \right)^2 \Rightarrow 2-x = 2x \Rightarrow x = \frac{2}{3}m = \frac{200}{3}cm$$

۸۳. گزینه ۴

$$\text{حالت اول: } F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow 12 - 50\mu = 5 \times 0,6 \Rightarrow \mu = \frac{9}{50}$$

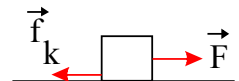
$$\text{حالت دوم: } F' = 22, \quad m = 10kg$$

$$F' - \mu mg = ma' \Rightarrow 22 - 100 \times \frac{9}{50} = 10a' \Rightarrow a' = 0,4 \frac{m}{s^2}$$

۸۴. گزینه ۳ در حالت اول که سرعت جسم ثابت و در نتیجه  $a = 0$  است. مطابق شکل اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی با اندازه‌ی نیروی  $F$  برابر است.

$$F_{net} = ma$$

$$F - f_k = ma \xrightarrow{a=0} f_k = F$$



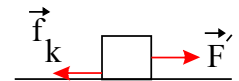
در حالت دوم که اندازه‌ی نیروی افقی به  $F'$  رسیده است. اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی تغییر نکرده است.

$$V^2 - V_0^2 = 2a'\Delta x \Rightarrow 0^2 - 2^2 = 2 \times a' \times (4) \Rightarrow a' = \frac{-1}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$F_{net} = ma$$

$$F' - f_k = ma' \Rightarrow F' - f_k = -5$$

$$\Rightarrow F' - F = -5 \Rightarrow F - F' = 5N$$



۸۵. گزینه ۴ با استفاده از رابطه‌ی بین اندازه‌ی تکانه و انرژی جنبشی یک جسم، خواهیم داشت:

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2 v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left( \frac{p_1 + 0,2p_1}{p_1} \right)^2 = \left( \frac{1,2p_1}{p_1} \right)^2 = 1,44 \Rightarrow K_2 = 1,44K_1$$

$$\text{درصد تغییر انرژی جنبشی} = \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = \frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100 = +44\%$$

۸۶. گزینه ۲ با استفاده از قانون گرانش نیوتون برای محاسبه‌ی اندازه‌ی شتاب گرانی در سطح یک سیاره داریم:

$$MA = 10MB$$

$$V_A = 27V_B \Rightarrow \frac{4}{3}\pi R_A^3 = 27\left(\frac{4}{3}\pi R_B^3\right) \Rightarrow R_A = 3R_B$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2$$

مهندس صادق طاهري

$$\Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{10MB}{MB} \times \left(\frac{RB}{3RB}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{10}{9}$$

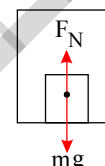
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{0 - (6)}{3} \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = 100 + 20 = 120N$$

۸۷. گزینه ۳

آسانسور با شتاب  $2 \frac{m}{s^2}$  به صورت کندشونده پایین می‌رود.

حال خود جسم را بررسی می‌کنیم.



عکس العمل نیروی تکیه گاه به کف آسانسور وارد می‌شود.

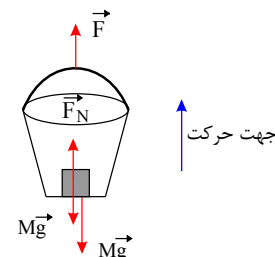
۸۸. گزینه ۳ ابتدا با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر سطل و وزنه و با در نظر گرفتن جهت حرکت سطل به سمت بالا و با استفاده

از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \Rightarrow 12 - 10 = 1 \times a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

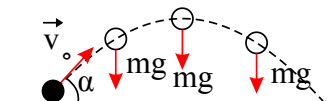
$$F_{net} = ma \Rightarrow F - Mg = Ma$$

$$\Rightarrow F - (1.5 + 1) \times 10 = (1.5 + 1) \times 2 \Rightarrow F = 30N$$



۸۹. گزینه ۳ آهنگ تغییر اندازه‌ی حرکت یک جسم نسبت به زمان برابر با برابری نیروهای خارجی وارد بر جسم است.

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$$



از آن جایی که در حرکت پرتابی تنها نیروی وارد بر پرتابه نیروی وزن آن است با در نظر گرفتن جهت مثبت محور  $y$  به سمت بالا داریم:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t \xrightarrow{F=mg} \Delta \vec{p} = -mg(t_2 - t_1) = -0.2 \times 10(6 - 3) = -6 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$|\Delta \vec{p}| = 6 \frac{kg \cdot m}{s}$$

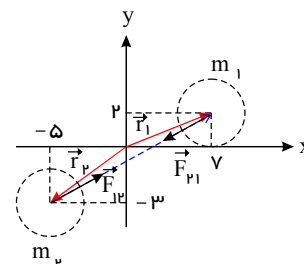
نکته: تغییر اندازه‌ی حرکت پرتابه‌ی مستقل از سرعت اولیه و زاویه‌ی پرتاب است.

۹۰. گزینه ۴ نیروی گرانشی بین دو جرم  $m_1$  و  $m_2$  همواره ربابیشی است. پس مطابق شکل مقابل نیروی گرانشی که جرم  $m_1$  به

جرم  $m_2$  وارد می‌کند ( $F_{12}$ ) درجهت بردار  $\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$  خواهد بود. بنابراین داریم:

$$\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$$

$$\vec{\Delta r} = (7\vec{i} + 2\vec{j}) - (-5\vec{i} - 3\vec{j}) \Rightarrow \vec{\Delta r} = 12\vec{i} + 5\vec{j}$$



۹۱. گزینه ۱ ابتدا سرعت گلوله در لحظه‌ی برخورد با توده‌ی شنی را به دست می‌آوریم. مطابق رابطه مستقل از زمان در حرکت با

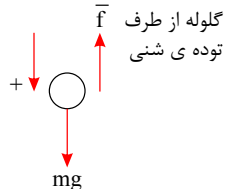
شتاب ثابت و با فرض کردن جهت مثبت حرکت به سمت پایین، داریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \xrightarrow{v_0 = 15 \frac{m}{s}, \Delta y = 20m} v^2 - 15^2 = 2 \times 10 \times 20$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow v^2 = 625 \Rightarrow v = 25 \frac{m}{s}$$

حین حرکت گلوله در توده‌ی شنی، دو نیروی وزن گلوله به سمت پایین و نیرویی که از طرف توده‌ی شنی به گلوله به سمت بالا وارد می‌شود، بر گلوله اثر می‌کنند. باتوجه به رابطه‌ی نیرو و تغییرات تکانه داریم: (جهت مثبت حرکت را به سمت پایین در نظر می‌گیریم)



$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow -\vec{f} + mg = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow{v_2 = 0, v_1 = 25 \frac{m}{s}} -\vec{f} + 0,2 \times 10 = \frac{0,2 \times (0 - 25)}{0,1} \Rightarrow \vec{f} = 52N$$

۹۲. گزینه ۴ ابتدا اندازه‌ی شتاب گرانی را درفاصله‌ی  $3R_e$  از سطح زمین محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$g = G \frac{M_e}{r^2} \Rightarrow \frac{gh}{g_0} = \left( \frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \xrightarrow{g_0 = 10 \frac{m}{s^2}, h = 3R_e} \frac{gh}{10} = \left( \frac{R_e}{4R_e} \right)^2 \Rightarrow gh = \frac{10}{16} m$$

برای محاسبه‌ی اندازه‌ی وزن جسم دراین ارتفاع خواهیم داشت:

$$W_h = mgh = 36 \times \frac{10}{16} = 22,5N$$

۹۳. گزینه ۲

$$p = mv = 3(2t^2 - 4t + 6) = 6t^2 - 12t + 18$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{(6(4)^2 - 12 \times 4 + 18) - (6(2)^2 - 12 \times 2 + 18)}{4 - 2} = \frac{48}{2} = 24N$$

۹۴. گزینه ۲

$$p = mv = 3(2t^2 - 4t + 6) = 6t^2 - 12t + 18$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{(6(4)^2 - 12 \times 4 + 18) - (6(2)^2 - 12 \times 2 + 18)}{4 - 2} = \frac{48}{2} = 24N$$

۹۵. گزینه ۱

$$K_2 = K_1 - \frac{91}{100} K_1 = \frac{9}{100} K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{9}{100} \times \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow v_2 = \frac{3}{10} v_1$$

$$\Rightarrow m v_2 = \frac{3}{10} m v_1 \Rightarrow p_2 = \frac{3}{10} p_1$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 0,3 p_1 - p_1 = -0,7 p_1$$

تکانه‌ی جسم ۷۰ درصد کاهش یافته است.



۹۶. گزینه ۳

ابتدا با توجه به انرژی جنبشی ماهواره‌ها، نسبت تندی آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$m_A = m_B$$

$$K_B = 4K_A \Rightarrow \frac{1}{2} m_B V_B^2 = 4 \left( \frac{1}{2} m_A V_A^2 \right) \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = 2$$

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{r_A}{r_B}} \Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{r_A}{r_B}} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 4$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM_e}{r}}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_e}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3} = \sqrt{(4)^3} = 8$$

۹۷. گزینه ۴ می‌دانیم که سطح محصور بین منحنی  $F-t$  و محور زمان معرف تغییرات تکانه‌ی جسم است. بنابراین:

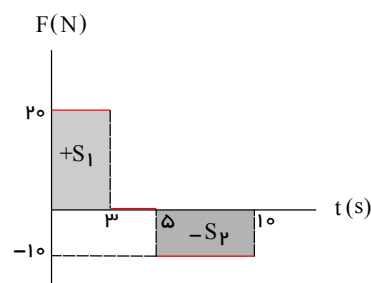
$$\Delta p = S_1 - S_2$$

$$\Delta p = (20 \times 3) - (5 \times 10) = 10 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta p = m \cdot \Delta v \text{ از طرفی}$$

$$10 = 2(v_2 - 10)$$

$$5 = v_2 - 10 \Rightarrow v_2 = 15 \frac{m}{s}$$



۹۸. گزینه ۲ راه‌حل اول: وقتی وزنه‌ی ۲۰۰ گرمی به فنر آویخته شده، طول آن  $8cm$  دیگر زیاد شده است. پس:

$$F' = m'g = 0,2 \times 10 = 2N, \Delta x' = 8cm = 0,08m$$

$$\frac{F' = k\Delta x'}{\rightarrow} = \frac{2}{0,08} = 25 \frac{N}{m}$$

تغییر طول فنر وقتی کفه را به آن متصل کردیم، برابر با  $5cm$  است.

$$mg = k\Delta x \Rightarrow m \times 10 = 25 \times 0,05 = 1,25N$$

$$\Rightarrow m = 0,125kg = 125g$$

راه‌حل دوم: از آن جایی که بنابر قانون هوک  $F = kx$  تغییر طول فنر با نیروی وارد بر آن متناسب است. می‌توانیم این فرم مسئله‌های مربوط به فنر را به روش تناسب حل کنیم و داریم:

$$\frac{m' = 200g}{m = ?} = \frac{\Delta L' = 8cm}{\Delta L = 5cm} \Rightarrow m = \frac{5 \times 200}{8} = 125g$$

۹۹. گزینه ۱ با توجه به رابطه  $\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ ، ابتدا اندازه‌ی تغییرات تکانه را محاسبه می‌کنیم:

$$|\Delta p| = |F| \times \Delta t \Rightarrow |\Delta p| = 4 \times 3 = 12 \frac{kg \cdot m}{s}$$

چون نیرو در خلاف جهت حرکت وارد شده است پس  $\Delta p = -12 \frac{kg \cdot m}{s}$  است:

$$p_1 = mV_1 = 3 \times 5 = 15 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow -12 = p_2 - 15 \Rightarrow p_2 = 3 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۱۰۰. گزینه ۳

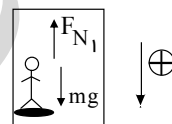
$$\begin{cases} v_1 = v \\ v_2 = -\frac{1}{3}v \end{cases} \Rightarrow \Delta v = v_2 - v_1 = -\frac{1}{3}v - v = -\frac{4}{3}v$$

$$\Delta p = m\Delta v \Rightarrow \Delta p = -\frac{4}{3}mv \xrightarrow{p_1 = mv} \Delta p = -\frac{4}{3}p_1 = -\frac{4}{3} \times 24 = -32 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\left| \vec{F} \right| = \frac{|\Delta P|}{\Delta t} \Rightarrow \left| \vec{F} \right| = \frac{32}{2} = 16N$$

۱۰۱. گزینه ۳ در هر دو حالت، شتاب حرکت به سمت پایین است.

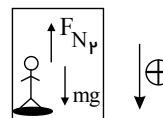
حالت اول:  $a_1 = 2 \frac{m}{s^2}$



$$F_{net} = ma$$

$$mg - N_1 = ma_1 \Rightarrow 800 - N_1 = 80 \times 2 \Rightarrow N_1 = 640N$$

حالت دوم:  $a_2 = 3 \frac{m}{s^2}$



$$F_{net} = ma$$

$$mg - N_2 = ma_2 \Rightarrow 800 - N_2 = 80 \times 3 \Rightarrow N_2 = 560N$$

$$\Delta N = 640 - 560 = 80N$$

۱۰۲. گزینه ۴

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p^2 = 2mK \Rightarrow p = \sqrt{2mK}$$

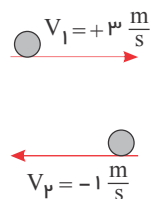
$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4t_1^2 - 2t_2 + 8 - (4 \times 1^2 - 2 \times 1 + 8)}{t_1 - 1} = 10N$$

$$4t_1^2 - 2t_2 - 2 = 10t_1 - 10 \Rightarrow 4t_1^2 - 12t_2 + 8 = 0 \Rightarrow t_1^2 - 3t_2 + 2 = 0$$

$$t_1 = \frac{3 \pm \sqrt{9-8}}{2} = \begin{cases} 1s \times \\ 2s \sqrt \end{cases} \Rightarrow t_1 = 2s$$

$$\left. \begin{aligned} F_{av} &= \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} \\ \Delta v &= 1 - (-3) = 4 \frac{m}{s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \frac{0.3 \times 4}{0.2} = 6N$$

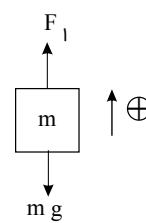
۱۰۴. گزینه ۳



۱۰۵. گزینه ۲ ابتدا فرض می کنیم شتاب به سمت بالا باشد.

$$F_{net} = ma$$

$$F_1 - mg = ma \Rightarrow F_1 - 40 = 4 \times 3 \Rightarrow F_1 = 52N$$



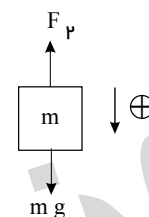
حال در مرحله ی دوم باید همان شتاب به سمت پایین باشد.

مهندسی صادق طاهری

$$F_{net} = ma$$

$$mg - F_p = ma \Rightarrow 40 - F_p = 4 \times 3 \Rightarrow F_p = 28N$$

$$\Delta F = 52 - 28 = 24N$$



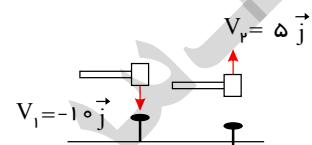
۱۰۶. گزینه ۱ تغییر تکانه‌ی چکش برابر است با:

$$\Delta \vec{p} = m\Delta \vec{v} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) = 4(5\vec{j} - (-10\vec{j})) = 4 \times 15\vec{j}$$

$$\Rightarrow \Delta \vec{p} = 60\vec{j} \left( \frac{kg \cdot m}{s} \right)$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow 6000 = \frac{60}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{60}{6000} = 0.01s$$

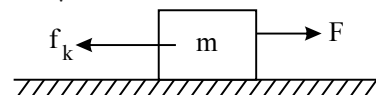


۱۰۷. گزینه ۳ طبق رابطه  $\vec{P} = m\vec{V}$  تکانه یک جسم متناسب و هم جهت با سرعت جسم است. بنابراین تغییر جهت سرعت همان تغییر جهت تکانه است. پس برای تعیین لحظه تغییر جهت حرکت این جسم کافی است معادله تکانه - زمان آن را مساوی صفر قرار دهیم و داریم:

$$P = 0 \Rightarrow 6t^2 - 12t - 18 = 0 \Rightarrow (t-3)(t+1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = -1s \text{ غ ق} \\ t = 3s \text{ ق ق} \end{cases}$$

۱۰۸. گزینه ۱ در حالت اول جسم با سرعت ثابت روی مسیر مستقیم و افقی حرکت می کند. بنابراین داریم:

$$F_{net} = 0 \Rightarrow F - f_k = 0 \Rightarrow 8 - f_k = 0 \Rightarrow f_k = 8N$$

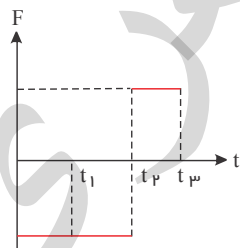


برای این که جسم پس از ۵ ثانیه متوقف گردد، داریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = a(5) + 1 \Rightarrow a = -\frac{1}{5} \frac{m}{s^2} \Rightarrow \sum F = ma \Rightarrow F_p - f_k = ma$$

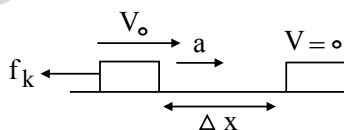
$$F_p - 8 = 5 \times \left(-\frac{1}{5}\right) \Rightarrow F_p = 7N \Rightarrow |\Delta F| = 1N$$

۱۰۹. گزینه ۳ با توجه به رابطه  $F_{av} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ ، شیب خط مماس بر نمودار  $P-t$  در هر لحظه برابر با نیروی وارد بر متحرک در آن لحظه می باشد. بنابراین چون در بازه‌ی زمانی صفر تا  $t_2$  شیب خط ثابت و منفی است، در این بازه‌ی زمانی نیروی وارد بر جسم ثابت و منفی و در بازه‌ی زمانی  $t_2$  تا  $t_3$  چون شیب خط ثابت و مثبت است، بنابراین نیروی وارد بر جسم ثابت و مثبت است.



۱۱۰. گزینه ۳

وقتی جسمی مطابق شکل روی یک سطح افقی و مماس بر آن پرتاب می شود، جسم پس از طی مسافتی تحت تأثیر نیروی اصطکاک متوقف می شود.



$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - V_0^2 = 2(-\mu_k g)\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{V_0^2}{\mu_k g} \quad (1)$$

حال برای دو وزنه A و B داریم:

$$\frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \left(\frac{V_{0A}}{V_{0B}}\right)^2 \times \frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{12}$$

۱۱۱. گزینه ۳

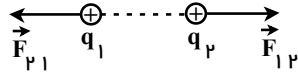
$$\Delta \vec{P} = (5 - (-3))\vec{i} + (2 - 14)\vec{j} = 8\vec{i} - 12\vec{j}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{8\vec{i} - 12\vec{j}}{4} = 2\vec{i} - 3\vec{j} \Rightarrow F_{av} = \sqrt{4+9} = \sqrt{13} N$$

۱۱۲. گزینه ۳ وقتی کامیون ترمز می‌کند، وزنه‌ی آونگ به سبب اینرسی‌اش، تمایل به حفظ حرکت اولیه‌ی خود دارد و بنابراین به سمت جلو منحرف می‌شود. این پدیده با قانون اول نیوتون قابل توجیه است.

۱۱۳. گزینه ۴

۱۱۴. گزینه ۴ طبق قانون سوم نیوتون، وقتی جسم (۱) نیروی  $\vec{F}_{12}$  را به جسم (۲) وارد می‌کند جسم (۲) نیز نیروی  $\vec{F}_{21}$  را به جسم (۱) وارد می‌کند. اگر  $\vec{F}_{12}$  را نیروی کنش بنامیم،  $\vec{F}_{21}$  نیروی واکنش نام دارد. باتوجه به شکل نیز می‌توان نوشت:



(۱) نیروهای کنش و واکنش همواره هم‌اندازه هستند.

(۲) نیروهای کنش و واکنش همواره هم راستا، اما در خلاف جهت یک‌دیگر هستند.

(۳) نیروهای کنش و واکنش همواره بر دو جسم جدا از هم وارد می‌شوند، بنابراین قابل برابندگیری نیستند و اثر یک‌دیگر را خنثی نمی‌کنند.

(۴) نیروهای کنش و واکنش همواره از یک نوع هستند. (مثلاً الکتریکی هستند یا گرانشی و یا...)

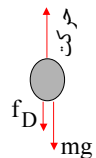
۱۱۵. گزینه ۴ گزینه ۱ نادرست است، زیرا طبق قانون سوم نیوتن، نیروی آب به پارو باعث جلو رفتن پارو و در نتیجه قایق می‌شود.

گزینه ۲ نادرست است. زیرا ترازوی دو کفه ای به جز در شرایط بی وزنی، جرم اجسام را درست نشان می‌دهد؛ چون شرایط برای دو طرف کفه یکسان است (وقتی شتاب رو به بالا است، یعنی شرایط بی وزنی نیست).

گزینه ۳ نادرست است، زیرا در بسیاری مواقع مانند حرکت شخص روی سطح زمین، باعث حرکت جسم می‌شود. گزینه ۴ درست است.

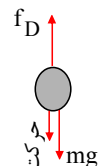
۱۱۶. گزینه ۲ نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت گلوله بر آن وارد می‌شود. در حالت بالا رفتن:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg + f_D = ma \Rightarrow mg + \frac{1}{10}mg = ma \Rightarrow a = \frac{11}{10}g$$



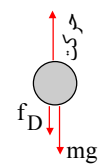
در حالت پایین رفتن:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - f_D = ma \Rightarrow mg - \frac{1}{10}mg = ma \Rightarrow a = \frac{9}{10}g$$



۱۱۷. گزینه ۲ نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت گلوله بر آن وارد می‌شود. در حالت بالا رفتن:

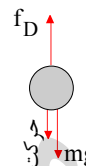
$$F_{net} = ma \Rightarrow mg + f_D = ma \Rightarrow mg + \frac{1}{10}mg = ma \Rightarrow a = \frac{11}{10}g$$



در حالت پایین رفتن:

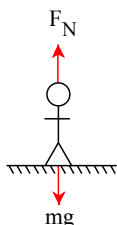
مهندسی صداق طاهری

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - f_D = ma \Rightarrow mg - \frac{1}{10} mg = ma \Rightarrow a = \frac{9}{10} g$$



۱۱۸. گزینه ۲

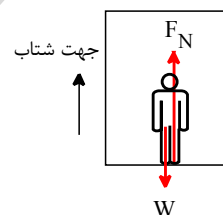
وقتی شخصی روی نیروسنج ایستاده است، به او دو نیروی  $F$  و  $mg$  وارد می شود. نیروسنج، مقدار نیروی  $FN$  را نمایش می دهد. در لحظه ی اول نشستن، شتاب رو به پایین است زیرا شخص ساکن به پایین حرکت می کند پس  $mg > N$  می باشد. و در لحظه ی آخر نشستن، شتاب رو به بالا است چون حرکت به سمت پایین باید متوقف شود. پس  $N > mg$  است.



۱۱۹. گزینه ۲ باتوجه به قانون دوم نیوتون و مطابق شکل، می توان نوشت:

$$F = ma \Rightarrow FN - W = ma \xrightarrow{W=mg} FN = ma + mg$$

$$\Rightarrow N = 50 \times 2 + 50 \times 10 = 600 N$$



۱۲۰. گزینه ۲

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

$$FN - mg = 0 \Rightarrow FN = mg$$

$$30 = 2m \Rightarrow m = 15 kg$$

۱۲۱. گزینه ۴ با استفاده از قانون دوم نیوتون در هر مرحله داریم:

$$mg - T_1 = ma_1 \Rightarrow T_1 = m(g - a_1) \Rightarrow k(L_1 - L_0) = m(g - a_1) \quad (1)$$

$$T_2 - mg = ma_2 \Rightarrow T_2 = m(g + a_2) \Rightarrow k(L_2 - L_0) = m(g + a_2) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} k(L_2 - L_0) - k(L_1 - L_0) = m(g + a) - m(g - a) \Rightarrow k(L_2 - L_1) = 2ma$$

$$\Rightarrow k(L_2 - L_1) = 2ma \Rightarrow k = \frac{2ma}{L_2 - L_1} = \frac{2 \times 2 \times 2}{(16 - 14) \times 10^{-2}} \Rightarrow k = 400 \frac{N}{m}$$

۱۲۲. گزینه ۴ چون جسم ساکن است و هیچ نیروی محرکی برای به حرکت درآوردن جسم وجود ندارد، نیروی اصطکاکی بین جسم و سطح به وجود نمی آید.

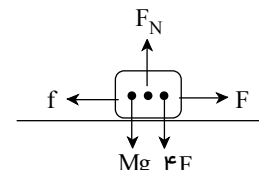
۱۲۳. گزینه ۱

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow FN = mg + 4F = 5F$$

$$f_{s,max} = \mu_s \cdot FN = 5F \times 0.3 = 1.5F$$

$$F < f_{s,max} \Rightarrow \text{جسم حرکت نمی کند}$$

$$F_{net,x} = 0 \Rightarrow F - f_s = 0 \Rightarrow f_s = F$$



۱۲۴. گزینه ۱ در حال حاضر  $f_s = F_1$  چون  $F_{net} = 0 \Rightarrow F_1 - f_s = 0 \Rightarrow f_s = F_1$

وقتی  $F_2$  زیاد شود مقدار  $N$  زیاد می شود. پس  $f_{s,max}$  زیاد می شود اما مقدار  $f_s$  زیاد نمی شود، زیرا جسم ساکن است و مقدار  $f_s$  همچنان برابر  $F_1$  (نیروی محرک) است.

۱۲۵. گزینه ۱

$$FN = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 30 - f_k = 10 \times 1 \Rightarrow f_k = 20 N$$

$$FN = ma \Rightarrow 60 - 20 = 10a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

در حالت دوم  $F = 60 N$ .

بیان کوتاهتر:

$$FN = ma \Rightarrow \sum F_2 - \sum F_1 = m(a_2 - a_1)$$

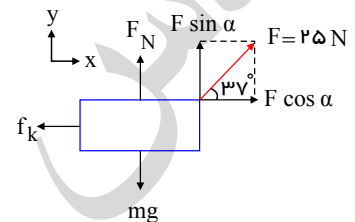
$$30 = m(a - 1) \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

$f_k$  ثابت است و  $F$  به اندازه‌ی ۳۰ نیوتن زیاد شده است.

۱۲۶. گزینه ۲ ابتدا برآیند نیروها در جهت  $y$  را صفر قرار می‌دهیم.

$$F \sin \alpha + FN - mg = 0$$

$$25 \times 0.6 + N - 115 = 0 \Rightarrow N = 100 N$$



از آن جا که جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، برآیند نیروها در جهت محور  $x$  ها را هم برابر صفر قرار می‌دهیم:

$$F \cos \alpha - f_k = 0$$

$$25 \times 0.8 - \mu_k \times 100 = 0 \Rightarrow \mu_k = 0.2$$

۱۲۷. گزینه ۱

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 30 - f_k = 10 \times 1 \Rightarrow f_k = 20 N$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow 60 - 20 = 10a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

در حالت دوم  $F = 60 N$ .

بیان کوتاهتر:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \Delta F_{net} = m(a_2 - a_1)$$

$$30 = m(a - 1) \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

$f_k$  ثابت است و  $F$  به اندازه‌ی ۳۰ نیوتن زیاد شده است.

۱۲۸. گزینه ۱

$$\text{حالت اول: } F_{net} = ma \Rightarrow 30 - mg\mu_k = ma \Rightarrow 30 - 100 \times \mu_k = 20 \Rightarrow \mu_k = 0.1$$

$$\text{حالت دوم: } F_{net} = ma \Rightarrow 30 - (15 \times 10 \times 0.1) = 15a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

۱۲۹. گزینه ۱

$$\begin{cases} 10 - f_k = 2m \\ 20 - f_k = 7m \end{cases} \Rightarrow 10 = 5m \Rightarrow m = 2 kg$$

۱۳۰. گزینه ۴ اندازه‌ی شتاب حرکت جسم و سپس جابه‌جایی آن را در مدت ۲ ثانیه‌ی اول حرکت محاسبه می‌کنیم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow 24 - 0.2 \times 2 \times 10 = 2a \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} at^2 + V_0 t = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 + 0 \Rightarrow \Delta x_1 = 20 m$$

بعد از حذف نیروی اصطکاک جنبشی در خلاف جهت حرکت به جسم متحرک وارد می‌شود. سرعت جسم در انتهای ۲ ثانیه‌ی اول حرکت آن برابر است با:

$$V_1 = at + V_0 \Rightarrow V_1 = 10 \times 2 + 0 \Rightarrow V_1 = 20 \frac{m}{s}$$

$$F'_{net} = ma' \Rightarrow -f_k = ma' \Rightarrow -\mu_k mg = ma' \Rightarrow a' = -0.2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین اندازه‌ی جابه‌جایی جسم بعد از حذف نیروی  $F$  تا توقف کامل آن، برابر است با:

$$V_2^2 - V_1^2 = 2a' \Delta x_2 \Rightarrow 0 - 20^2 = 2 \times (-2) \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 100 m$$



$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 20 + 100 = 120m$$

و جابه جایی کل متحرک برابر است با:

مهندس صادق طاهری

۱۳۱. گزینه ۴

طبق رابطه ی مربوط به کشسانی فنر:  $F_e = K \cdot \Delta L \Rightarrow 20 = 100 \Delta L \Rightarrow \Delta L = 0,2m = 20cm$   
پس تغییر طول فنر  $20cm$  می شود که ممکن است فنر کشیده یا فشرده شود. پس طول ثانویه می تواند  $120cm$  یا  $80cm$  باشد.

۱۳۲. گزینه ۲ شخص، فنر را به سمت پایین می کشد، براساس قانون سوم نیوتون، فنر، شخص را به سمت بالا می کشد، اندازه ی نیروی فنر برابر است با:

$$x = 10cm = \frac{10}{100}m = \frac{1}{10}m \Rightarrow F = Kx$$

$$\Rightarrow F = 200 \times \frac{1}{10} = 20N$$



از آن جایی که شخص بر روی نیرو سنج ایستاده است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. داریم:

$$F_{net} = ma = 0 \Rightarrow N + F - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F = 60 \times 10 - 20 = 580N$$

بنابراین نیرو سنج عدد  $580N$  را نشان می دهد.

۱۳۳. گزینه ۳

$$f_{smax} = FN \mu_s = mg \mu_s = 40N$$

$$f_k = FN \mu_k = mg \mu_k = 25N$$

$$\text{قسمت اول: } a = \frac{F - f_k}{m} = \frac{45 - 25}{10} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}at^2 + V_0t = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25m$$

$$V = at + V_0 = 2 \times 5 + 0 = 10 \frac{m}{s}$$

$$\text{قسمت دوم: } a = \frac{-f_k}{m} = \frac{-mg \mu_k}{m} = -g \mu_k = -2,5 \frac{m}{s^2}$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a \cdot \Delta x_2 \Rightarrow 0 - 100 = 2 \times (-2,5) \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 20m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 25 + 20 = 45m$$

۱۳۴. گزینه ۴ در حالت اول سرعت ثابت است، پس  $F_{net} = 0$  است. بنابراین:

$$F - f_k = 0 \Rightarrow f_k = 20N$$



در حالت دوم اندازه ی  $f_k$  تغییر نکرده است اما  $F$  دیگر  $20$  نیوتن نیست و  $15$  نیوتن شده است.

$$F_{net} = ma \Rightarrow 15 - 20 = 10a \Rightarrow a = -0,5 \frac{m}{s^2}$$

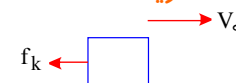
شتاب جسم در حالت دوم:

سرعت اولیه ی جسم  $2 \frac{m}{s}$  به طرف راست و شتاب آن  $0,5 \frac{m}{s^2}$  به طرف چپ است و چون سرعت جسم باید صفر شود، داریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = -0,5t + 2 \Rightarrow t = 4s$$

۱۳۵. گزینه ۴

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{V=0} -V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow |\Delta x| = \frac{V_0^2}{2a}$$



$$F_{net} = ma \Rightarrow f_k = ma \Rightarrow mg \mu_k = ma \Rightarrow a = g \mu_k$$

اندازه ی شتاب جسم  $g \mu_k$  است و به جرم آن بستگی ندارد.

در آزمایش دوم  $V_0$  دو برابر شده و  $a$  عوض نشده، پس:  $d' = 4d$

۱۳۶. گزینه ۳ ابتدا با استفاده از معادله‌ی سرعت - زمان جسم، سرعت آن را در لحظه‌ی قطع نیروی  $\vec{F}$  بدست می‌آوریم.

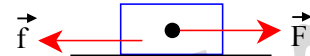
$$V = 2t + 3 \xrightarrow{t=3s} V = 2 \times 3 + 3 = 9 \frac{m}{s}$$

مهندسی صادق طاهری

پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، تنها نیروی اصطکاک به جسم شتاب می‌دهد و می‌توان نوشت:

$$V = a't + V_0 \Rightarrow 0 = a' \times 6 + 9 \Rightarrow a' = -1,5 \frac{m}{s^2}$$

$$-f = ma' \Rightarrow -f = 2 \times (-1,5) \Rightarrow f = 3N$$



با توجه به معادله‌ی سرعت - زمان جسم، در ۳s اول حرکت، شتاب جسم برابر  $2 \frac{m}{s^2}$  بوده است، بنابراین با توجه به شکل بالا داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f = ma \Rightarrow F = 3 + 2 \times 2 = 7N$$

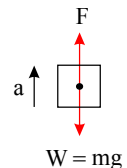
۱۳۷. گزینه ۱

جهت  $F_{net}$  رو به بالا است.  $F > mg \Rightarrow$

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - mg = ma \Rightarrow \frac{6}{5}mg - mg = ma \Rightarrow a = \frac{1}{5}g$$

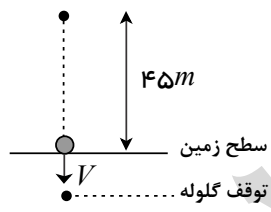
۱۳۸. گزینه ۴ مطابق شکل زیر، به جسم نیروهای  $\vec{F}$  و  $\vec{W}$  وارد می‌شود. چون جسم از حال سکون روبه بالا شروع به حرکت می‌کند، جهت شتاب آن به سمت بالاست و با استفاده از قانون دوم نیوتون در جهت شتاب می‌توان نوشت:

$$F - mg = ma \Rightarrow F = m(a + g) = 2 \times (2 + 10) = 24N$$



۱۳۹. گزینه ۲ شکل نمودار  $p-t$  همان شکل نمودار  $v-t$  است. در کل مدت نشان داده شده برای متحرک، علامت شتاب ۲ بار تغییر کرده است و علامت سرعت اصلاً تغییر نکرده است.

۱۴۰. گزینه ۴



$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \Rightarrow v^2 - 0 = 2 \times (-10) \times (-45) \Rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

در مدت فرو رفتن سنگ در زمین:

$$F_{av} \cdot \Delta t = m\Delta v \Rightarrow (F_{av} - mg) \cdot \Delta t = m\Delta v$$

$$\Rightarrow (F_{av} - 0,5 \times 10) \times 0,2 = 0,5(0 - (-30)) \Rightarrow F_{av} - 5 = 75 \Rightarrow F_{av} = 80$$

۱۴۱. گزینه ۴ نکته: تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن ( $mg$ ) می‌باشد.

با استفاده از رابطه‌ی اندازه‌ی حرکت داریم:

$$\Delta P = F_{av} \cdot \Delta t = mg \cdot \Delta t = 20 \times 1 = 20 \frac{kgm}{s}$$

۱۴۲. گزینه ۲

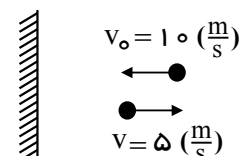
$$F_{av} \cdot \Delta t = m\Delta v \Rightarrow (N - mg) \cdot \Delta t = m(v_2 - v_1)$$

$$\Rightarrow (N - 4) \times 0,5 = 0,4(6 - (-9)) \Rightarrow N - 4 = 0,8 \times 15 \Rightarrow N = 16N$$



۱۴۳. گزینه ۳

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv - mv_0}{\Delta t} = \frac{0,2(5 - (-10))}{0,1} = 30N$$



۱۴۴. گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتن داریم:

$$F_{av} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{v_1 = 5 \frac{m}{s}, v_2 = 0} \vec{F} = 5 \times (0 - 5) \Rightarrow F_{av} = -25N \Rightarrow |\vec{F}| = 25N$$

۱۴۵. گزینه ۴ می‌دانیم شیب خط مماس بر نمودار تکانه بر حسب زمان در هر لحظه، اندازه‌ی برآیند نیروی وارد بر جسم در آن

لحظه را نشان می‌دهد ( $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ ) بنابراین مطابق نمودار سوال، از لحظه‌ی  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = 1.5s$ ، برآیند نیروهای وارد بر جسم

ثابت و برابر با  $F_1 = \frac{30-0}{15-0} = 2N$  و از لحظه‌ی  $t_2 = 1.5s$  تا لحظه‌ی  $t_3 = 2.0s$  برآیند نیروهای وارد بر جسم ثابت و برابر با

$F_2 = \frac{0-30}{2.0-1.5} = -6N$  بوده است. چون از لحظه‌ی  $t = 1.5s$  به بعد نیروی  $\vec{F}$  قطع شده است، بنابراین در راستای افق فقط

نیروی اصطکاک جنبشی بر جسم اثر می‌کند که اندازه‌ی آن برابر با  $f_k = 6N$  است. بنابراین در بین لحظه‌های  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = 1.5s$  می‌توان نوشت:

$$F - f_k = 2 \xrightarrow{f_k=6N} F - 6 = 2 \Rightarrow F = 8N$$

۱۴۶. گزینه ۱ نیروی گرانشی وارد بر ماهواره از طرف زمین، همان نیروی وزن ماهواره می‌باشد. با استفاده از تعریف نیروی وزن و قانون گرانش نیوتون داریم:

$$F = mg \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{g'}{g} \xrightarrow{g=G\frac{M_e}{r^2}} \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{r=R_e, r'=R_e+2R_e=3R_e} \frac{F'}{F} = \left(\frac{R_e}{3R_e}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{F'}{mg} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{F'}{270 \times 10} = \frac{1}{9} \Rightarrow F' = 300N$$

تذکر: دقت کنید فاصله‌ها باید از مرکز کره‌ی زمین اندازه‌گیری شوند.

۱۴۷. گزینه ۳ با استفاده از قانون گرانش نیوتون، می‌توان نوشت:

$$F = G\frac{M_e m}{r^2} \Rightarrow \frac{F_0}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_0}\right)^2 \xrightarrow{r_1=2R_e+R_e=3R_e, r_0=R_e} \frac{F_0}{F_1} = \left(\frac{3R_e}{R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_0}{F_1} = 9$$

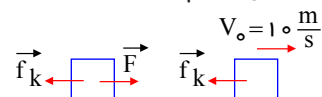
تذکر: دقت کنید فاصله‌ها در قانون گرانش نیوتون از مرکز کره اندازه‌گیری می‌شود.

۱۴۸. گزینه ۲ پس از قطع نیروی  $\vec{F}$ ، تنها نیروی وارد بر جسم نیروی اصطکاک است که موجب کند شدن حرکت جسم می‌شود.

بنابراین داریم:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = 2a + 10 \Rightarrow a = -5 \frac{m}{s^2}$$

$$0 - f_k = ma \Rightarrow -f_k = 2 \times (-5) \Rightarrow f_k = 10N$$



در مدتی که نیروی  $\vec{F}$  بر جسم وارد می‌شود، سرعت جسم ثابت است. بنابراین شتاب آن صفر است و داریم:

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - 10 = 0 \Rightarrow F = 10N$$

۱۴۹. گزینه ۳ نمودار  $p-t$  یک سهمی است و با توجه به تقارن سهمی، در  $t = 2s$  اندازه تکانه  $p = 1 \frac{kg \cdot m}{s}$  است و چون سهمی

است، داریم:

$$p = at^2 + bt + p_0 = at^2 + bt + 1$$

$$\begin{cases} t_1 = 1s \rightarrow p_1 = 0 \Rightarrow a + b + 1 = 0 \\ t_2 = 2s \rightarrow p_2 = 1 \frac{kg \cdot m}{s} \Rightarrow 4a + 2b + 1 = 1 \end{cases} \Rightarrow P = t^2 - 2t + 1$$

ثانیه سوم حرکت، بازه زمانی بین لحظه‌های  $t = 2s$  تا  $t' = 3s$  است. بنابراین داریم:

$$p = mv \Rightarrow \Delta p = m\Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{1}{m} \Delta p = 2\Delta p$$

$$p = t^2 - 2t + 1 \Rightarrow \begin{cases} t=2s \rightarrow p = 1 \frac{kg \cdot m}{s} \\ t=3s \rightarrow p = 4 \frac{kg \cdot m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta v = 2\Delta p = 2(4 - 1) \Rightarrow \Delta v = 6 \frac{m}{s}$$

۱۵۰. گزینه ۲ بررسی گزینه‌ها:

بررسی گزینه ۱: جهت حرکت جسم به جهت سرعت وابسته است و در حرکت تندشونده سرعت با شتاب (جهت حرکت با برآیند نیرو) هم جهت و در حرکت کندشونده خلاف جهت یکدیگر هستند، اما شتاب و نیرو بنابر قانون دوم نیوتون همواره هم جهت هستند.

مهندسی  
صادق طاهری

بررسی گزینه ی ۲: قانون اول نیوتون در مورد شرایط حرکتی جسم در غیاب نیرو یا حالتی است که برآیند نیروها صفر است، اما قانون دوم نیوتون در مورد شتاب جسم تحت اثر برآیند نیرو است. بنابراین نتیجه قانون اول نیست.  
بررسی گزینه ی ۳: بنابر قانون دوم نیوتون شتاب جسم با برآیند نیرو رابطه مستقیم و با جرم رابطه عکس دارد.  
بررسی گزینه ی ۴: در اطراف ما حداقل به هر جسم یک نیرو (نیروی وزن) وارد می شود.

۱۵۱. گزینه ۳

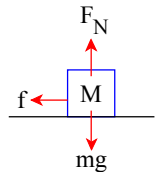
۱۵۲. گزینه ۱ برای حل سوالات ترکیبی سینماتیک و دینامیک، اولین قدم محاسبه ی شتاب می باشد، بنابراین داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + Vt \Rightarrow 0,5 = \frac{1}{2} \times a \times (1)^2 + 0 \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a = -1 \frac{m}{s^2}$$

نکته: اگر حرکتی ختم به توقف شود و در مورد ثانیه های پایانی سوال مطرح شود، می توان معادلات را به صورت برعکس در نظر گرفت. یعنی سرعت اولیه را صفر فرض کرد و فقط در آخر علامت جواب را برعکس کنیم، زیرا بدیهی است که علامت شتاب (ترمز) منفی است.

در قسمت حل دینامیک سوال داریم:

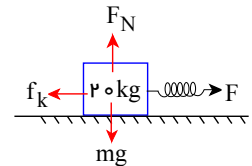
$$0 - f = ma \xrightarrow{N=mg} \Rightarrow -\mu_k(mg) = m \times (-1) \Rightarrow \mu_k = \frac{1}{g} \Rightarrow \mu_k = 0,1$$



۱۵۳. گزینه ۳

$$F - f_k = ma \Rightarrow (k\Delta x) - (\mu_k FN) = 20a$$

$$\Rightarrow (100 \times 0,4) - (0,1 \times 200) = 20a \Rightarrow 40 - 20 = 20a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

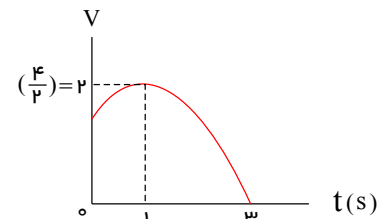


۱۵۴. گزینه ۳ وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نباشد، حرکت جسم شتابدار است و بردار سرعت آن تغییر می کند (سرعت ثابت نیست) تغییر در سرعت ممکن است به صورت تغییر در اندازه ی سرعت باشد (انرژی جنبشی ممکن است تغییر کند) ضمناً برآیند نیروهای وارد بر یک جسم برابر است با آهنگ تغییر اندازه ی حرکت جسم، پس اندازه ی حرکت جسم تغییر می کند اما آهنگ تغییر آن ثابت است.

۱۵۵. گزینه ۲ نکته: نمودار  $v-t$  و  $p-t$  کاملاً فرم یکسانی دارند، فقط اعداد روی محور  $p$ ،  $m$  برابر اعداد روی محور  $v$  می باشند.

باتوجه به نکات معادله درجه ۲ (روش انتقال) داریم:

$$v = -\frac{1}{2}(t-1)^2 + 2 \xrightarrow{t=0} v_0 = 1,5 \frac{m}{s}$$

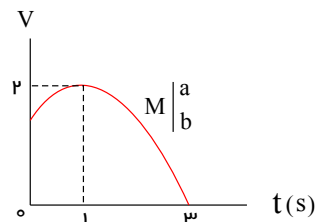


نکته ریاضی: (نوشتن معادله سهمی به روش انتقال)

$$y = k(x-a)^2 + b \Rightarrow v = k(t-1)^2 + 2$$

جایگذاری  $t=3$

$$\xrightarrow{v=0} 0 = k(3-1)^2 + 2 \Rightarrow k = -\frac{1}{2}$$



بنابراین معادله سرعت - زمان برابر است با:

$$v = -\frac{1}{2}(t-1)^2 + 2$$

۱۵۶. گزینه ۲

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{(\vec{6i} + \vec{9j}) - \vec{0}}{3} = \vec{2i} + \vec{3j}$$

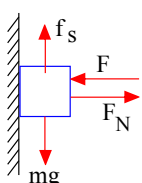
$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 2(\vec{2i} + \vec{3j}) \Rightarrow \vec{3i} - \vec{4j} - \vec{6i} + \vec{5j} + \vec{F}_3 = \vec{4i} + \vec{6j}$$

$$\Rightarrow \vec{F}_3 = \vec{7i} + \vec{5j}$$

مهندس صادق طاهري



۱۵۷. گزینه ۱



چون جسم ساکن است نیروی اصطکاک با نیروی محرک برابر است ( $f_s = mg$ ) در نتیجه افزایش نیروی  $FN$  تاثیری بر اصطکاک ندارد.

$$F_{net,y} = 0 \rightarrow f_s - mg = 0 \rightarrow f_s = mg$$

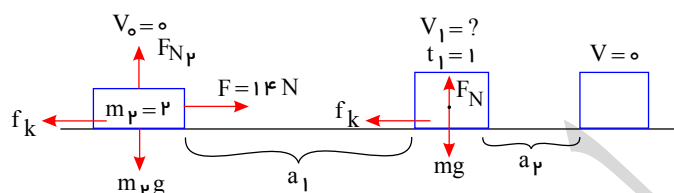
۱۵۸. گزینه ۴ نکته: وزن ظاهری در آسانسور برابر است با:  $W' = m(g \pm (\pm a))$

کودی:  $W'_1 = 40(10 + (+2)) \Rightarrow W'_1 = 480 \Rightarrow 480 = \lambda m \Rightarrow m = 60 \text{ kg}$

شخص:  $W'_2 = m(10 - (+2)) \Rightarrow W'_2 = \lambda m$

۱۵۹. گزینه ۲ نیروهای وارد بر بدن چتر باز عبارتند از: مقاومت هوا، وزن چتر باز و نیرویی که چتر نجات بر بدن چتر باز وارد می کند واکنش این نیروها به ترتیب برهوا، کره زمین و چتر نجات وارد می شود. توجه داشته باشید که دست های چتر باز بخشی از بدن او هستند، پس نیرویی که بخش های دیگر بدن بر دست وارد می کنند، نیروی داخلی است.

۱۶۰. گزینه ۱



$F_{net}$

$$F - f_k = m_1 a_1$$

$$F - \mu_k m_1 g = m_1 a_1$$

$$14 - 2 \times 10 \times 0.5 = 2 a_1$$

$$a_1 = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$V = a_1 t_1 + V_0 \Rightarrow V = 2 \times 1 + 0 = 2 \frac{m}{s}$$

$F_{net}$

$$0 - f_k = m_2 a_2$$

$$-\mu_k m_2 g = m_2 a_2$$

$$-0.5 \times 10 = a_2$$

$$a_2 = -0.5 \frac{m}{s^2}$$

سرعت وزنه در لحظه ی رها شدن

وزنه پس از رها شدن با شتاب ثابت  $0.5 \frac{m}{s^2}$  متوقف می شود.

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = -0.5t + 2 \Rightarrow t = 0.4$$

وزنه در مدت ۰٫۴ ثانیه متوقف می شود

$$\Delta x_{کل} = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{(0+2)}{2} \times 1 + \frac{(2+0)}{2} \times 0.4 = 1 + 0.4 = 1.4 \text{ m}$$

۱۶۱. گزینه ۴ با توجه به برابری اندازه ی تکانه ی دو ماهواره، داریم:

$$m_A = m_B + \frac{4}{10} m_B = \frac{14}{10} m_B \quad \frac{v}{5} m_B v_A = m_B v_B \Rightarrow v_A = \frac{5}{14} v_B$$

سرعت خطی ماهواره با جذر شعاع رابطه ی عکس دارد، بنابراین:

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \Rightarrow \frac{5}{14} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \frac{25}{49}$$

۱۶۲. گزینه ۳

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 15 - f_k = 5 \times 1 \Rightarrow f_k = 10 \text{ N}$$

در حالت دوم مقدار  $f_k$  تغییر نکرده است.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 25 - 10 = 5a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s}$$

همچنین می توانیم  $f_k$  را حساب نکنیم یعنی به ترتیب زیر عمل کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow \begin{cases} F_1 - f_k = ma_1 \\ F_2 - f_k = ma_2 \end{cases} \Rightarrow F_2 - F_1 = m(a_2 - a_1)$$

$$\Delta F = m \cdot \Delta a \Rightarrow 25 - 15 = 5(a_2 - 1) \Rightarrow 10 = 5(a_2 - 1) \Rightarrow a_2 - 1 = 2 \Rightarrow a_2 = 3 \frac{m}{s}$$

۱۶۳. گزینه ۳

$$K_A = 2K_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_A V_A^2 = 2 \times \frac{1}{2} m_B V_B^2 \Rightarrow m_A V_A^2 = 2m_B V_B^2$$

$$\frac{m_A = 4m_B}{\rightarrow} \rightarrow 4m_B V_A^2 = 2m_B V_B^2 \Rightarrow 2V_A^2 = V_B^2 \Rightarrow \frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{1}{2}$$

در حرکت ماهواره به دور سیاره، نیروی مرکز گرا همان جاذبه‌ی بین ماهواره و سیاره است. بنابراین:

$$F_{net} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow \frac{GmM_e}{r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_A}{r_B}} \Rightarrow \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^2 = \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{r_B}{r_A}$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM_e}{r}}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 \rightarrow \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 = \frac{1}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

۱۶۴. گزینه ۱ با توجه به مفهوم تکانه می توان گفت:  $F_{av} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$

و همچنین می دانیم سطح زیر نمودار  $F - t$  معرف  $\Delta p$  یا همان  $\Delta p = F_{av} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$  می باشد، پس:

$$S_1 + S_2 = m \cdot \Delta V \Rightarrow (0.5 \times 20) + (0.5 \times 10) = 20 \cdot \Delta V \Rightarrow \Delta V = 7.5 \frac{m}{s}$$

بنابراین می توان نتیجه گرفت:

$$\Delta V = V_1 - V_0 \Rightarrow 7.5 = V_1 - 0 \Rightarrow V_1 = 7.5 \frac{m}{s}$$

۱۶۵. گزینه ۳ بررسی گزینه ۱: شتاب گرانش زمین در محل ماهواره ( $g_h$ ) همان شتاب مرکز گرای ماهواره و نیروی گرانش در

محل ماهواره همان نیروی مرکز گرای وارد بر ماهواره است. ( $mg_h = \frac{mv^2}{r}$ ) بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

بررسی گزینه ۲: سرعت خطی ماهواره با جذر شعاع دوران رابطه عکس دارد.  $v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$  بنابراین گزینه ۲ درست است.

بررسی گزینه ۳: با توجه به توضیحات گزینه ۱، ماهواره در مدار خود شتاب گرانشی کمتر از شتاب گرانش در سطح زمین را دارد.

( $g_h < g$ ) و نیروی ناشی از این شتاب یا همان وزن ماهواره نقش نیروی مرکز گرای ماهواره را ایفا می کند و باعث حفظ مسیر دوران

ماهواره می شود. بنابراین گزینه ۳ درست نیست.

بررسی گزینه ۴: دوره حرکت ماهواره با افزایش شعاع دوران ماهواره افزایش می‌یابد،  $(T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}})$  بنابراین گزینه ۴ درست است.

مهندسی  
صادق طاهری

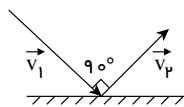
۱۶۶. گزینه ۴



واکنش (عکس العمل) هر نیرویی به عامل بوجود آورنده آن وارد می شود.

طناب جرم دارد، پس از طرف زمین به آن نیرو (وزن) وارد می شود  $\Leftarrow$  واکنش به زمین شخص طناب را می کشد و به آن نیرو وارد می کند  $\Leftarrow$  واکنش به شخص طناب با درخت اتصال دارد. (بین آنها نیرو یا اثر وجود دارد)، طناب به درخت نیرو وارد می کند  $\Leftarrow$  واکنش آن به درخت وارد می شود.

۱۶۷. گزینه ۳



نکته: در بررسی تغییرات تکانه باید توجه داشته باشید که تکانه کمیته برداری است، بنابراین در محاسبه آن باید  $\Delta \vec{v}$  را بصورت اندازه تغییرات سرعت (مفهوم برداری) در نظر بگیرید نه تغییرات اندازه حرکت (مفهوم عددی تغییر سرعت).

باتوجه به شکل برداری روبرو و عمود بودن  $\vec{v}_1$  و  $\vec{v}_2$  می توان گفت:

$$|\Delta \vec{v}| = \sqrt{|\vec{v}_1|^2 + |\vec{v}_2|^2} \Rightarrow |\Delta \vec{v}| = 5 \frac{m}{s} \Rightarrow |\Delta \vec{p}| = m_0 |\Delta \vec{v}| \Rightarrow |\Delta \vec{p}| = 1 \times 5 = 5 kg \frac{m}{s}$$

\* دقت کنید که برای محاسبه برداری  $\Delta \vec{v}$  باید، ۲ بردار را از یک مبدأ مختصات و در یک دستگاه رسم کرده و سپس اقدام به محاسبه بردار  $\Delta \vec{v}$  از نظر جهت و اندازه نمائید.

۱۶۸. گزینه ۳ سرعت جسم برابر با  $\vec{V} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$  و مقداری ثابت است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر می باشد. پس:

$$\vec{F}_{net} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow 3\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 = -3\vec{i} - 4\vec{j} (N)$$

۱۶۹. گزینه ۲ ابتدا باید مشخص کرد که جسم توسط این نیرو به حرکت در می آید و یا خیر؟

$$f_s \max = \mu_s N = \mu_s mg = 0.8 \times 8 \times 10 = 64 N$$

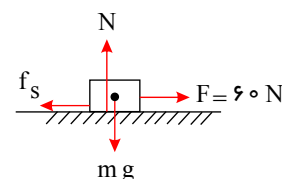
مقدار نیروی محرک در این مسئله  $60 N$  است که قادر به غلبه بر اصطکاک ایستایی ماکزیم نیست. پس جسم حرکت نمی کند.

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow f_s = F = 60 N$$

اما نیروی سطح برآیند نیروی عمود بر سطح و نیروی اصطکاک است.

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = mg = 80 N$$

$$R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 N$$



۱۷۰. گزینه ۲ ابتدا باید مشخص کرد که جسم توسط این نیرو به حرکت در می آید و یا خیر؟

$$f_s \max = \mu_s N = \mu_s mg = 0.8 \times 8 \times 10 = 64 N$$

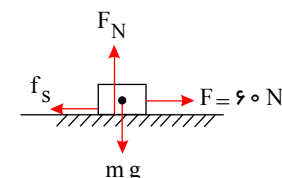
مقدار نیروی محرک در این مسئله  $60 N$  است که قادر به غلبه بر اصطکاک ایستایی ماکزیم نیست. پس جسم حرکت نمی کند.

$$F_{netx} = 0 \Rightarrow f_s = F = 60 N$$

اما نیروی سطح برآیند نیروی عمود بر سطح و نیروی اصطکاک است.

$$F_{nety} = 0 \Rightarrow FN = mg = 80 N$$

$$R = \sqrt{FN^2 + f_s^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 N$$



۱۷۱. گزینه ۲ باتوجه به رابطه  $P = mV$  اندازه‌ی سرعت جسم را در لحظه‌ی اول و آخر بازه‌ی زمانی بدست می آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 : p_1 = mv_1 \Rightarrow 300 = 5v_1 \Rightarrow v_1 = 60 \frac{m}{s} \\ t_2 = 10 : p_2 = mv_2 \Rightarrow 500 = 5v_2 \Rightarrow v_2 = 100 \frac{m}{s} \end{cases}$$

حال به کمک رابطه‌ی سرعت - زمان، شتاب حرکت جسم را محاسبه می کنیم:

$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow 100 = a \times 10 + 60 \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

روش دوم: با توجه به رابطه‌ی تغییرات تکانه و نیروی وارد بر جسم داریم:

مهندس صادق طاهری

$$\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{500 - 300}{10} = 20 \text{ N}$$

و بنابر قانون دوم نیوتن می توان گفت:

$$F = ma \Rightarrow 20 = 5a \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2}$$

۱۷۲. گزینه ۲ باتوجه به رابطه‌ی آسانسور می توان گفت:

$$T = m(g \pm (\pm a)) \Rightarrow 1 \geq \underbrace{0,2(g \pm (\pm a))}_{g'} \Rightarrow g' \leq 5 \frac{m}{s^2}$$

باتوجه به محاسبات بالا، می توان نتیجه گرفت، شرط پاره نشدن طناب این است که  $g' \leq 5$  یعنی علامت نهایی  $a$ ، منفی باشد و مقدار آن نیز از ۵ بزرگتر باشد، باتوجه به این توضیحات فقط گزینه ۲ چنین شرطی را دارا می باشد. حال برای درک بهتر مسائل آسانسور گزینه‌های دیگر را نیز بررسی می کنیم:

$$\text{طناب پاره می شود} \Rightarrow g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 + (+1)) = 11 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{گزینه ۱}$$

$$\text{طناب پاره می شود} \Rightarrow g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 - (+1)) = 9 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{گزینه ۳}$$

$$\text{طناب پاره می شود} \Rightarrow g' = (g \pm (\pm a)) \Rightarrow g' = (10 - (-2)) = 12 \frac{m}{s^2} > 5 \Rightarrow \text{گزینه ۴}$$

\* نکته: در روابط مربوط به دینامیک قائم و آسانسور (رابطه  $g'$ ): علامت اول وابسته به جهت

حرکت  $\left. \begin{array}{l} \text{روبه بالا} + \\ \text{و علامت دوم وابسته به نوع حرکت} \\ \text{روبه پایین} - \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{تندشونده} + \\ \text{کندشونده} - \end{array}$  می باشد.

۱۷۳. گزینه ۱ ابتدا تندی مداری ماهواره‌ها را در مدار  $r$  به دست می آوریم:

$$F_{net} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow \frac{GmM_e}{r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$$

حال بنا به تعریف تکانه می توان نوشت:

$$P = mv = m\sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{p_A}{p_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \xrightarrow{m_A = m_A + 0,4m_B = 1,4m_B} 1 = \frac{1/4 m_B}{m_B} \times \sqrt{\frac{r_B}{r_A}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1/4} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \Rightarrow \frac{5}{4} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \Rightarrow \frac{25}{16} = \frac{r_B}{r_A}$$

۱۷۴. گزینه ۴ طبق قانون سوم نیوتون عکس العمل نیروی وزن، به جسم واردکننده‌ی نیرو یعنی زمین وارد می شود.

۱۷۵. گزینه ۴ جرم مقداری ثابت است و به شتاب گرانشی زمین بستگی ندارد. اما وزن جسم ( $W = mg$ ) در هر نقطه به شتاب

گرانشی در آن نقطه وابسته است. از طرفی می دانیم شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطه  $g = \frac{GM_e}{Re^2}$  و در ارتفاع  $h$  از سطح زمین

از رابطه  $g' = \frac{GM_e}{(Re+h)^2}$  به دست می آید. بنابراین داریم:

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GM_e}{(Re+h)^2}}{\frac{GM_e}{Re^2}} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{Re}{Re+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{Re}{4Re}\right)^2 = \frac{1}{16}$$

بنابراین وزن جسم در فاصله ۳ برابر شعاع زمین  $\frac{1}{16}$  وزن آن در سطح زمین است.

۱۷۶. گزینه ۱

$$FN - mg = ma$$

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

$$FN = 50(10+2) = 600 \text{ N}$$



۱۷۷. گزینه ۲ ابتدا شتاب توقف اتومبیل را بدست می آوریم:

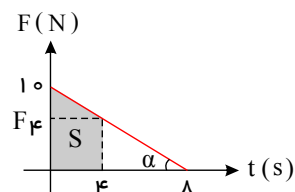
مهندس صادق طاهری

$$V = at + V_0 \Rightarrow 0 = a \times 5 + 20 \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

$$F = ma \Rightarrow F = (1,2 \times 1000) \times |-4| = 4,8 \times 10^3 N$$

گزینه ۲

سطح زیر نمودار  $F-t$  برابر تغییر تکانه جسم خواهد بود. برای اینکه مساحت را تا لحظه ۴ حساب کنیم ابتدا نیرو را در لحظه  $t = 4$  تعیین می‌کنیم.



$$\tan \alpha = \frac{10}{8} = \frac{10 - F_4}{4} \Rightarrow F_4 = 5$$

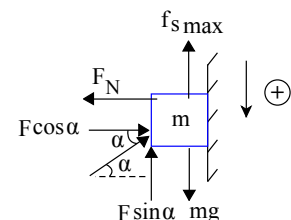
پس مساحت ذوزنقه را از صفر تا  $t = 4$  محاسبه می‌کنیم:

$$S = \frac{(10 + 5) \times 4}{2} = 30 \frac{kg \cdot m}{s}$$

گزینه ۳: عکس‌العمل نیروی چرخ‌ها به سطح جاده است که باعث حرکت اتومبیل به سمت جلو می‌شود.

گزینه ۳: برای آنکه  $F$  حداقل باشد باید جعبه در آستانه‌ی حرکت رو به پایین قرار گیرد در نتیجه  $(fS_{max})$  رو به بالا خواهد بود.

$$\begin{cases} F_{net} = ma \\ mg - F \sin \alpha - fS_{max} = 0 \\ mg - F \sin \alpha - \mu S(F \cos \alpha) = 0 \Rightarrow F = \frac{mg}{\sin \alpha + \mu S \cos \alpha} \end{cases}$$



تذکر: برای آنکه  $F$  حداکثر باشد باید جعبه در آستانه‌ی حرکت رو به بالا قرار گیرد در نتیجه  $fS_{max}$  رو به پایین خواهد بود.

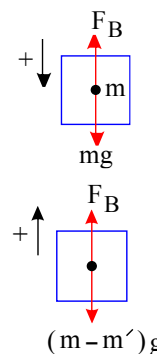
گزینه ۳: زمین به جسم نیروی وزن را وارد می‌کند، پس عکس‌العمل آن نیز به زمین وارد می‌شود.

گزینه ۴: لختی یا اینرسی، مقاومت جسم در برابر تغییر وضعیت (سرعت) است و قانون اول نیوتون همان قانون لختی است. بنابراین گزینه ۴ درست است.

گزینه ۴: دیاگرام آزاد (نیروهای وارد بر) بالون را که شامل نیروی وزن  $(mg)$  و نیروی هوا که به نیروی شناوری معروف است  $(FB)$  در دو حالت رسم می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - FB = ma \Rightarrow 600 \times 10 - FB$$

$$= 600 \times 5 \Rightarrow FB = 3000 N$$



$$F_{net} = (m - m')a \Rightarrow FB - (m - m')g = (m - m')a$$

$$\Rightarrow 3000 - (600 - m')10 = (600 - m') \times 5 \Rightarrow 3000 = (600 - m') \times 15 \Rightarrow m' = 400 kg$$

گزینه ۱: با توجه به رابطه  $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$  شیب خط مماس بر نمودار  $P-t$  در هر لحظه، معرف نیروی وارد بر جسم در آن لحظه می‌باشد. از آن جایی که در شکل داده شده شیب نمودار  $P-t$  در بازه‌ی زمانی  $t = 4s$  و  $t = 10s$  ثابت است. بنابراین می‌توان

نتیجه گرفت که شیب خط مماس در لحظه  $t = 6s$  برابر نیرویی متوسط وارد بر جسم در این بازه‌ی زمانی است  $(F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t})$  و داریم:



$$F = F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-4 - 2}{10 - 4} = -1N \Rightarrow |F| = 1N$$

۱۸۵. گزینه ۴ نیروی بین زمین و ماهواره همان نیروی گرانشی بین این دو جرم است:

مهندسی صادق طاهری

$$F = G \frac{m \times Me}{r^2} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right)^2 \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow 4 = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2$$

$$F = 60 \text{ N}$$



$$mg = 50 \text{ N}$$

۱۸۶. گزینه ۳

ابتدا شتاب حرکت جسم را با استفاده از قانون دوم نیوتن محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - mg = ma \Rightarrow 60 - 50 = 5a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

اکنون سرعت حرکت جسم را در لحظه  $t = 5 \text{ s}$  به دست می‌آوریم:

$$V_t = at + V_0 \xrightarrow{t=5s} V_t = 2 \times 5 + 0$$

$$\Rightarrow V_t = 10 \frac{m}{s}$$

$$(P = mV \Rightarrow P = 5 \times 10 = 50 \frac{kg \cdot m}{s})$$

۱۸۷. گزینه ۱ چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند. بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است و می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \Rightarrow \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1 \Rightarrow |\vec{F}_2 + \vec{F}_3| = |\vec{F}_1| = 10$$

در نتیجه با حذف  $\vec{F}_1$  بزرگی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با  $10 \text{ N}$  و جهت آن هم در خلاف جهت  $\vec{F}_1$  خواهد شد. اگر جهت

نیروی  $\vec{F}_1$  را مثبت در نظر بگیریم، شتاب جسم پس از حذف نیروی  $\vec{F}_1$  برابر است با:

$$F_{net} = ma \xrightarrow{\sum F = -10} -10 = 2a \Rightarrow a = -5 \frac{m}{s^2}$$

حال با توجه به رابطه‌ی سرعت داریم:

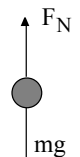
$$V = at + V_0 \rightarrow V = -5 \times 2 + 15 = +5 \frac{m}{s}$$

۱۸۸. گزینه ۴

$$\Delta P = F_{av} \Delta t \Rightarrow m\bar{V} - mV_0 = F_{\text{برآیند}} \times 0.2 \Rightarrow 0.2 \times (5 - (-10)) = F_{\text{برآیند}} \times 0.2 = F_{\text{برآیند}}$$

$$= 15 \text{ N}$$

$$F_{\text{برآیند}} = N_{av} - mg = ma \Rightarrow 15 = \bar{N} - 2 \Rightarrow \bar{N} = 17 \text{ N}$$



۱۸۹. گزینه ۲

$$F = m_1 a_1 \Rightarrow m_1 = \frac{F}{a_1}, \quad F = m_2 a_2 \Rightarrow m_2 = \frac{F}{a_2}$$

اگر نیروی  $F$  به مجموع  $m_1 + m_2$  وارد شود، خواهیم داشت:

$$F = (m_2 + m_1)a \Rightarrow F = \left(\frac{F}{a_2} + \frac{F}{a_1}\right)a$$

طرفین را به  $F$  تقسیم می‌کنیم:

$$1 = \left(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_1}\right)a \Rightarrow 1 = \left(\frac{a_1 + a_2}{a_1 a_2}\right)a \Rightarrow a = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$$

۱۹۰. گزینه ۳ وزن، نیروی گرانشی ای است که زمین به وزنه وارد می‌کند و واکنش آن به زمین وارد می‌شود و جهت آن نیرو از

زمین به سمت وزنه است.

۱۹۱. گزینه ۱ قبلاً گفتیم هنگامی که آسانسور به صورت تند شونده به سمت پایین یا کند شونده به سمت بالا حرکت کند، وزن ظاهری جسم کمتر از وزن واقعی آن است.

۱۹۲. گزینه ۳ چون حرکت آسانسور به سمت پایین کند شونده است پس:  $a = -2$

مهندسی صادق طاهری

$$mg - T = ma \Rightarrow 10m - 2.4 = -2m \rightarrow 12m = 2.4 \rightarrow m = 0.2 \text{ kg} = 200 \text{ g}$$

۱۹۳. گزینه ۱ نکته: چون وزن ظاهری بیش تر از وزن واقعی است پس شتاب حرکت آسانسور به سمت بالا است یعنی آسانسور تند شونده به سمت بالا حرکت می کند یا کند شونده به سمت پایین. باتوجه به جهت حرکت آسانسور در این تست داریم:

$$W = mg \Rightarrow m = \frac{600}{10} = 60 \text{ kg}$$

$$FN - mg = ma \Rightarrow 720 - 600 = 60a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

۱۹۴. گزینه ۱

$$V_0 = 72 \frac{km}{h} = 20 \frac{m}{s}$$

شتاب حرکت کند شونده اتومبیل توسط نیروی اصطکاک لغزشی ایجاد می شود.

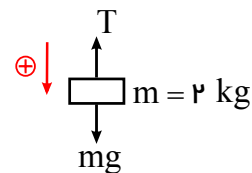
$$F_{دش ف} = ma \Rightarrow -\mu mg = ma \Rightarrow a = -\mu g$$

$$a = -\frac{1}{4} \times 10 = -\frac{5}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2\left(-\frac{5}{2}\right)(\Delta x) \Rightarrow 400 = 5\Delta x \Rightarrow \Delta x = 80 \text{ m}$$

۱۹۵. گزینه ۴ چون شتاب کند شونده است پس  $a = -2 \frac{m}{s^2}$

$$mg - T = ma \Rightarrow 20 - T = 2(-2) \Rightarrow T = 24$$



۱۹۶. گزینه ۳ اگر بزرگی نیروی کشش نخ را  $T$  فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$m = 50 \text{ g} = 0.05 \text{ kg}$$

$$T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a) = 0.05(10 + 2)N = 0.6N$$

۱۹۷. گزینه ۴

تکانه را در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  حساب می کنیم.

$$t = 2 \Rightarrow p = 2^2 - \frac{1}{2} \times 2 = 4 - 1 = 3 \Rightarrow p$$

$$= 3 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$p = mv \Rightarrow m \cdot v = 3 \Rightarrow 0.5 \times v = 3 \Rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$

۱۹۸. گزینه ۲

راه حل اول:

$$|\vec{v}| = gt = 10$$

$$\times 2.5 = 25 \frac{m}{s}$$

$$|\vec{p}| = mv$$

$$= 0.1 \times 25$$

$$= 2.5 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

راه حل دوم:

نکته ۱: تغییر تکانه ی یک جسم نسبت به زمان برابر برابند نیروهای خارجی وارد بر جسم است.

نکته ۲: در حرکت سقوط آزاد تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن جسم است.

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} \cdot \Delta t = p - p_0 \xrightarrow{v_0 = 0} F_{av} \cdot \Delta t = p \Rightarrow mg \times \Delta t = p \Rightarrow 0.1 \times 10 \times 2.5 = p$$

$$\Rightarrow p = 2.5 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

مهندیس صادق طاهری

$$\left\{ \begin{array}{l} m_A v_A = 2m_B v_B \\ \frac{1}{2} m_A v_A^2 = m_B v_B^2 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{طرفین رابطه اول را به توان ۲ می‌رسانیم}} \left\{ \begin{array}{l} m_A^2 v_A^2 = 4m_B^2 v_B^2 \\ \frac{1}{2} m_A v_A^2 = m_B v_B^2 \end{array} \right.$$

$$2m_A = 4m_B \Rightarrow m_A = 2m_B$$

اگر طرفین این دو رابطه را به هم تقسیم کنیم، خواهیم داشت:  
راه حل دوم:

نکته: بین انرژی جنبشی یک جسم با تکانه آن جسم رابطه زیر برقرار است.

$$\left\{ \begin{array}{l} p = mv \\ K = \frac{1}{2} mv^2 \end{array} \right\} \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{p_A}{v_B}\right)^2 \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{2K_B}{K_B} = \left(\frac{2p_B}{p_B}\right)^2 \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow m_A = 2m_B$$

۲۰۰. گزینه ۱ شتاب گرانش روی کره زمین از رابطه  $g = G \frac{M_e}{R_e^2}$  به دست می‌آید که در این رابطه  $M_e$  و  $R_e$  به ترتیب جرم

کره زمین و شعاع کره زمین است. حال اگر سیاره‌ای داشته باشیم که جرم آن  $M$  و شعاع آن  $R$  و شتاب گرانش روی آن  $g'$  باشد خواهیم داشت:

$$g' = G \frac{M}{R^2} \xrightarrow{\frac{M=2M_e}{R=2R_e}} g' = G \frac{(2M_e)}{4R_e^2} = \frac{1}{2} G \frac{M_e}{R_e^2} \Rightarrow g' = \frac{1}{2} g$$

۲۰۱. گزینه ۳

$$g_e = g_m \Rightarrow \frac{GM_e}{r_e^2} = G \frac{M_m}{r_m^2} \Rightarrow \frac{M_e}{r_e^2} = \frac{M_m}{r_m^2}$$

اگر به جای  $M_e$ ، معادل آن  $M_m$  قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$\frac{80M_m}{r_e^2} = \frac{M_m}{r_m^2} \Rightarrow \frac{80}{r_e^2} = \frac{1}{r_m^2} \Rightarrow \frac{r_e}{r_m} = \sqrt{80} = 4\sqrt{5}$$

۲۰۲. گزینه ۴

می‌دانیم نیروی مرکز‌گرای ماهواره همان نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره است. بنابراین داریم:

$$F_{net} = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow \frac{GM_em}{r^2} = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow V^2 = \frac{GM_e}{r}$$

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} \xrightarrow{\frac{r_A=R_e+R_e=2R_e}{r_B=R_e+3R_e=4R_e}} \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{4R_e}{2R_e}} = \sqrt{2}$$

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{2m_B}{m_B} \times (\sqrt{2})^2 = 4$$

۳ -۵	۴ -۴	۴ -۳	۱ -۲	۲ -۱
۳ -۱۰	۴ -۹	۱ -۸	۳ -۷	۳ -۶
۴ -۱۵	۱ -۱۴	۴ -۱۳	۳ -۱۲	۳ -۱۱
۴ -۲۰	۲ -۱۹	۱ -۱۸	۱ -۱۷	۲ -۱۶
۳ -۲۵	۱ -۲۴	۴ -۲۳	۱ -۲۲	۲ -۲۱
۲ -۳۰	۲ -۲۹	۴ -۲۸	۴ -۲۷	۴ -۲۶
۱ -۳۵	۳ -۳۴	۳ -۳۳	۳ -۳۲	۳ -۳۱
۲ -۴۰	۱ -۳۹	۱ -۳۸	۴ -۳۷	۲ -۳۶
۳ -۴۵	۱ -۴۴	۲ -۴۳	۴ -۴۲	۳ -۴۱
۱ -۵۰	۳ -۴۹	۲ -۴۸	۳ -۴۷	۳ -۴۶
۱ -۵۵	۳ -۵۴	۳ -۵۳	۲ -۵۲	۴ -۵۱
۳ -۶۰	۱ -۵۹	۳ -۵۸	۳ -۵۷	۲ -۵۶
۴ -۶۵	۳ -۶۴	۴ -۶۳	۱ -۶۲	۴ -۶۱
۲ -۷۰	۱ -۶۹	۳ -۶۸	۴ -۶۷	۳ -۶۶
۳ -۷۵	۴ -۷۴	۱ -۷۳	۲ -۷۲	۲ -۷۱
۳ -۸۰	۴ -۷۹	۱ -۷۸	۴ -۷۷	۴ -۷۶
۴ -۸۵	۳ -۸۴	۴ -۸۳	۳ -۸۲	۳ -۸۱
۴ -۹۰	۳ -۸۹	۳ -۸۸	۳ -۸۷	۲ -۸۶
۱ -۹۵	۲ -۹۴	۲ -۹۳	۴ -۹۲	۱ -۹۱
۳-۱۰۰	۱ -۹۹	۲ -۹۸	۴ -۹۷	۳ -۹۶
۲-۱۰۵	۳-۱۰۴	۱-۱۰۳	۴-۱۰۲	۳-۱۰۱
۳-۱۱۰	۳-۱۰۹	۱-۱۰۸	۳-۱۰۷	۱-۱۰۶
۴-۱۱۵	۴-۱۱۴	۴-۱۱۳	۳-۱۱۲	۳-۱۱۱
۲-۱۲۰	۲-۱۱۹	۲-۱۱۸	۲-۱۱۷	۲-۱۱۶
۱-۱۲۵	۱-۱۲۴	۱-۱۲۳	۴-۱۲۲	۴-۱۲۱
۴-۱۳۰	۱-۱۲۹	۱-۱۲۸	۱-۱۲۷	۲-۱۲۶
۴-۱۳۵	۴-۱۳۴	۳-۱۳۳	۲-۱۳۲	۴-۱۳۱
۴-۱۴۰	۲-۱۳۹	۴-۱۳۸	۱-۱۳۷	۳-۱۳۶
۴-۱۴۵	۳-۱۴۴	۳-۱۴۳	۲-۱۴۲	۴-۱۴۱
۲-۱۵۰	۳-۱۴۹	۲-۱۴۸	۳-۱۴۷	۱-۱۴۶
۲-۱۵۵	۳-۱۵۴	۳-۱۵۳	۱-۱۵۲	۳-۱۵۱
۱-۱۶۰	۲-۱۵۹	۴-۱۵۸	۱-۱۵۷	۲-۱۵۶
۳-۱۶۵	۱-۱۶۴	۳-۱۶۳	۳-۱۶۲	۴-۱۶۱
۲-۱۷۰	۲-۱۶۹	۳-۱۶۸	۳-۱۶۷	۴-۱۶۶
۴-۱۷۵	۴-۱۷۴	۱-۱۷۳	۲-۱۷۲	۲-۱۷۱
۳-۱۸۰	۳-۱۷۹	۲-۱۷۸	۲-۱۷۷	۱-۱۷۶
۴-۱۸۵	۱-۱۸۴	۴-۱۸۳	۴-۱۸۲	۳-۱۸۱
۳-۱۹۰	۲-۱۸۹	۴-۱۸۸	۱-۱۸۷	۳-۱۸۶
۴-۱۹۵	۱-۱۹۴	۱-۱۹۳	۳-۱۹۲	۱-۱۹۱
۱-۲۰۰	۲-۱۹۹	۲-۱۹۸	۴-۱۹۷	۳-۱۹۶
			۴-۲۰۲	۳-۲۰۱

مهندس  
صادق  
طاهری

۰۹۱۷ ۴۴۵۷۱۴۴