۱ کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) اگر برایند نیروهای وارد بر یک جسم صفر باشد، تکانهٔ آن صفر است.

۲) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است.

۳) اگر برایند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد، اندازهٔ سرعت آن حتماً تغییر می‌کند.

۴) در حرکت شتاب‌دار تندشونده بر روی خط راست، بردارهای سرعت و نیرو هم جهت‌اند.

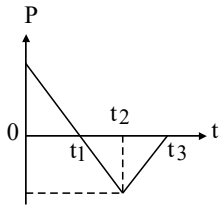
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ۱) نادرست است زیرا اگر جسم با سرعت ثابت حرکت کند تکانهٔ آن صفر نیست ولی برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.

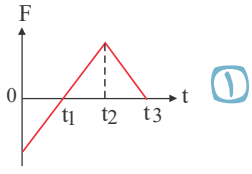
۲) نادرست است زیرا در حرکت دایره ای برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نیست بلکه برابر نیروی مرکز گراست.

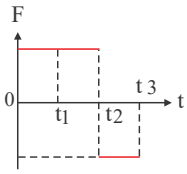
۳) نادرست است. در حرکت دایره‌ای برآیند نیروها صفر نیست ولی اندازهٔ سرعت ثابت می‌ماند.

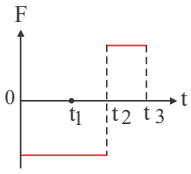
۴) درست است. در حرکت تندشونده بردارهای سرعت و شتاب هم‌جهت می‌باشند از طرفی نیرو شتاب نیز همواره هم‌جهت‌اند پس سرعت و نیرو نیز هم‌جهت می‌باشند.

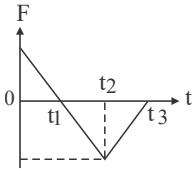
۲ نمودار تکانه – زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. نمودار نیروی وارد بر متحرک برحسب زمان آن مطابق کدام گزینه است؟



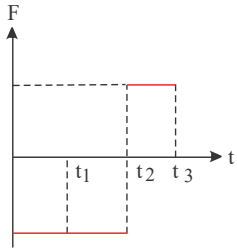
۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱



باتوجه به رابطه‌ی $F_{av}=\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ ، شیب خط مماس بر نمودار $P-t$ در هر لحظه برابر با نیروی وارد بر متحرک در آن لحظه می‌باشد. 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.

۳ در شرایط خلأ، جسمی به جرم $۱kg$ از ارتفاع به اندازهٔ کافی بلند h رها می‌شود، اندازهٔ تغییرات تکانهٔ این جسم در ثانیهٔ سوم حرکت چند واحد SI است؟ $(g = ۹٫۸N/kg)$

۱) ۹٫۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۹٫۶ ۴) ۲۹٫۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** از بیان قانون دوم نیوتون برحسب تکانه داریم:

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

تنها نیروی وارد بر جسم در سقوط آزاد در شرایط خلأ، نیروی وزن جسم است. بنابراین:

$$|\Delta p| = mg\Delta t = ۱ \times ۹٫۸ \times ۱ = ۹٫۸kg \cdot m/s$$

۴ تکانهٔ جسمی در فاصله زمانی ۰٫۰۵ دقیقه از $-۲۵kg \cdot m/s$ به $۳۵kg \cdot m/s$ تغییر نموده است. اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در این فاصلهٔ زمانی چند نیوتون است؟

۱) $\frac{۱۰}{۳}$ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{۲۰}{۳}$ ۴) ۲۰

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ می‌دانیم نیروی متوسط از رابطهٔ $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید.

$$\begin{cases} F = ma \\ F = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_۱ = -۲۵kg \cdot m/s \\ p_۲ = ۳۵kg \cdot m/s \\ \Delta t = \frac{۵}{۱۰۰} \times ۶۰ = ۳s \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} \Delta p = p_۲ - p_۱ = ۳۵ - (-۲۵) = ۶۰kg \cdot m/s \\ \Delta t = ۳s \end{matrix}$$

$$F = \frac{۶۰}{۳} = ۲۰N$$

۵ اگر با سه برابر شدن جرم یک جسم، انرژی جنبشی آن ۲۵ درصد کاهش یابد، اندازهٔ تکانهٔ آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. ۲) ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** با استفاده از رابطهٔ بین انرژی جنبشی و اندازهٔ تکانهٔ یک جسم، داریم:

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = (\frac{p_۲}{p_۱})^۲ \times \frac{m_۱}{m_۲} \xrightarrow[K_۲ = \frac{۳}{۴}K_۱]{m_۲ = ۳m_۱} \frac{۳}{۴} = (\frac{p_۲}{p_۱})^۲ \times \frac{۱}{۳} \Rightarrow \frac{p_۲}{p_۱} = \frac{۳}{۲}$$

بنابراین درصد تغییرات اندازهٔ تکانهٔ جسم برابر است با:

$$\frac{\Delta p}{p_1} \times ۱۰۰ = (\frac{p_2}{p_1} - ۱) \times ۱۰۰ = (\frac{۳}{۲} - ۱) \times ۱۰۰ = ۵۰\%$$

۶ اگر اندازه‌ی شتاب گرانشی در سطح زمین $۱۰ \frac{m}{s^2}$ باشد، وزن جسمی به جرم $۳۶kg$ در ارتفاع $۳R_e$ از سطح زمین چند نیوتون است؟(R_e شعاع زمین است).

۱) ۱۳٫۵ ۲) ۹۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۲٫۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ ابتدا اندازه‌ی شتاب گرانی را درفاصله‌ی $۳R_e$ از سطح زمین محاسبه می کنیم، داریم:

$$g = G\frac{M_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_h}{g_\circ} = (\frac{R_e}{R_e + h})^2 \xrightarrow[h=۳R_e]{g_\circ = ۱۰ \frac{m}{s^2}} \frac{g_h}{۱۰} = (\frac{R_e}{۴R_e})^2 \Rightarrow g_h = \frac{۱۰}{۱۶} \frac{m}{s^2}$$

برای محاسبه‌ی اندازه‌ی وزن جسم دراین ارتفاع خواهیم داشت:

$$W_h = mg_h = ۳۶ \times \frac{۱۰}{۱۶} = ۲۲٫۵N$$

۷ اگر اندازهٔ نیروی گرانشی بین دو جسم به جرم‌های مساوی m که در فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند، برابر F باشد، در کدام گزینه اندازهٔ نیروی گرانشی بین جسم‌ها برابر $۲F$ است؟

۱) m — d/2 — m ۲) m/2 — d/2 — m ۳) 2m — √2/2 d — m ۴) m — 2d — m

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با توجه به این که اندازهٔ نیروی گرانشی بین دو جسم از رابطهٔ $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ به‌دست می‌آید اگر جرم جسم‌ها m و فاصلهٔ آن‌ها از هم d باشد $F = G\frac{m^2}{d^2}$ خواهد شد.

گزینهٔ «۱»:
$$F_۱ = G\frac{m^۲}{(\frac{d}{۲})^۲} = ۴G\frac{m^۲}{d^۲} = ۴F$$

گزینهٔ «۲»:
$$F_۲ = G\frac{\frac{۱}{۲}m^۲}{(\frac{d}{۲})^۲} = ۲F$$

گزینهٔ «۳»:
$$F_۳ = G\frac{۲m^۲}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲}d)^۲} = ۴F$$

گزینهٔ «۴»:
$$F_۴ = G\frac{m^۲}{(۲d)^۲} = \frac{۱}{۴}F$$

۸ یک ماهوارهٔ مخابراتی از سطح زمین تا ارتفاع ۴ برابر شعاع زمین نسبت به سطح زمین، پرتاب می‌شود. اندازهٔ شتاب گرانشی وارد بر آن چند درصد کاهش می یابد؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۴ ۳) ۹۶ ۴) ۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین برابر است با:

$$g_h = \frac{GM_e}{(R_e + h)^۲}$$

اگر $h = ۴R_e$ باشد، نسبت g_h به $g_۰$ (شتاب گرانشی در سطح زمین) برابر است با:

$$\frac{g_h}{g_۰} = (\frac{R_e}{R_e + h})^۲ \Rightarrow \frac{g_h}{g_۰} = (\frac{R_e}{۵R_e})^۲ = \frac{۱}{۲۵} \Rightarrow g_h = \frac{۱}{۲۵}g_۰$$

درصد تغییرات اندازهٔ شتاب گرانشی $= \frac{g_h - g_۰}{g_۰} \times ۱۰۰ = \frac{-۲۴}{۲۵} \times ۱۰۰ = -۹۶\%$

یعنی اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع $۴R_e$ از سطح زمین ۹۶% نسبت به سطح زمین کاهش می یابد.

۹ معادلهٔ تکانه - زمان جسمی به جرم $۲kg$ در SI به‌صورت $p = t^۳ - ۳t + ۱$ است. شتاب متوسط جسم در چهار ثانیهٔ اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۶٫۵ ۲) ۷ ۳) ۷٫۵ ۴) ۸

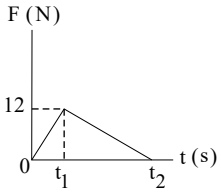
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق رابطهٔ $p = mv$ داریم:

$$v = \frac{p}{m} = \frac{t^۳ - ۳t + ۱}{۲} = \frac{۱}{۲}t^۳ - \frac{۳}{۲}t + \frac{۱}{۲}$$

حال با استفاده از رابطهٔ شتاب متوسط، داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_{۴}-v_{۰}}{۴}=\frac{(\frac{۱}{۲}\times ۴^{۳}-\frac{۳}{۲}\times ۴)}{۴}=۶/۵\frac{m}{s^{۲}}$$

۱۰ نمودار نیرو - زمان وارد بر متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. آهنگ تغییر تکانهٔ متوسط متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا $t_{۲}$ چند واحد SI است؟



۱) ۱۲ ۲) ۹ ۳) ۸ ۴) ۶

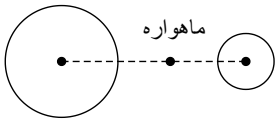
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ تغییر تکانهٔ یک جسم برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان است، بنابراین داریم:

$$\Delta p=\frac{۱}{۲}(۱۲\times t_{۲})\Rightarrow \Delta p=۶t_{۲}\ \frac{kg\cdot m}{s}$$

از طرف دیگر آهنگ تغییر تکانهٔ متوسط برابر با نیروی خالص متوسط وارد بر متحرک است و بنابراین داریم:

$$F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{۶t_{۲}}{t_{۲}}\Rightarrow F_{av}=۶N$$

۱۱ مطابق شکل زیر، ماهواره‌ای بین دو سیارهٔ A و B و روی خط واصل مرکزهای آن‌ها قرار گرفته است. جرم سیارهٔ A، ۹ برابر جرم سیارهٔ B و فاصلهٔ میان مرکزهای دو سیاره r است. در چه فاصله‌ای برحسب r، نیروهای گرانشی وارد بر ماهواره متوازن است؟



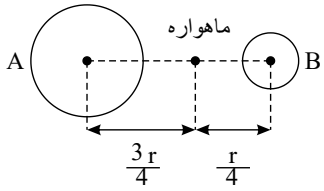
۱) $\frac{r}{۳}$ از مرکز سیارهٔ B ۲) $\frac{۲r}{۳}$ از مرکز سیارهٔ B ۳) $\frac{r}{۴}$ از مرکز سیارهٔ A ۴) $\frac{۳r}{۴}$ از مرکز سیارهٔ A

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ فاصلهٔ مرکز دو سیاره برابر r است. برای آن‌که نیروهای وارد بر ماهواره متوازن باشند باید فاصله از مرکز سیاره با جرم بزرگ‌تر بیشتر باشد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$F_{A}=F_{B}$$

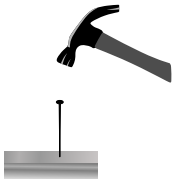
$$\Rightarrow \cancel{G}\frac{m_{A}\cancel{m}}{(r-x)^{۲}}=\cancel{G}\frac{m_{B}\cancel{m}}{(x)^{۲}}\Rightarrow \frac{۹m_{B}}{(r-x)^{۲}}=\frac{m_{B}}{(x)^{۲}}$$

$$\Rightarrow ۹x^{۲}=(r-x)^{۲}\Rightarrow ۳x=r-x\Rightarrow x=\frac{r}{۴},r-x=\frac{۳r}{۴}$$



بنابریان در فاصلهٔ $\frac{r}{۴}$ از مرکز سیارهٔ B و $\frac{۳r}{۴}$ از مرکز سیارهٔ A نیروهای وارد بر ماهواره متوازن هستند.

۱۲ چکشی به جرم ۲ کیلوگرم را با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ در راستای قائم به سر میخی می‌کوبیم. اگر تندی برگشت چکش از میخ برابر با $۵\frac{m}{s}$ در راستای قائم و زمان برخورد چکش با سر میخ $۰/۰۵s$ باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به چکش وارد می‌شود، چند نیوتون است؟



۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ با رابطه تغییرات تکانه در واحد زمان می‌توانیم نیروی متوسط را به‌دست آوریم.

$$|\vec{F}_{av}| = \left|\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}\right| = m\frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} = \frac{۲\times|-۵-۱۰|}{۰/۰۵} = \frac{۲\times۱۵}{۰/۰۵} = ۶۰۰N$$

۱۳ جرم جسم A، ۴ برابر جرم جسم B است. اگر انرژی جنبشی جسم A، نصف انرژی جنبشی جسم B باشد، بزرگی تکانهٔ جسم B چند برابر بزرگی تکانهٔ جسم A است؟

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) $\sqrt{۸}$ ۳) $\frac{\sqrt{۸}}{۸}$ ۴) $\sqrt{۲}$

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ رابطهٔ اندازهٔ تکانه با انرژی جنبشی به‌صورت $K = \frac{p^۲}{۲m}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{K_A}{K_B} = (\frac{p_A}{p_B})^۲ \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = (\frac{p_A}{p_B})^۲ \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{p_A}{p_B} = \sqrt{۲}$$

۱۴ جرم دو ماهواره‌ی A و B با هم برابر است ولی نیرویی که زمین بر ماهواره‌ی A وارد می‌کند ۴ برابر نیرویی است که بر ماهواره‌ی B وارد می‌کند. شعاع گردش ماهواره‌ی B به دور زمین چند برابر شعاع گردش ماهواره‌ی A به دور زمین است؟

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

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ نیروی بین زمین و ماهواره همان نیروی گرانشی بین این دو جرم است:

$$F = G\frac{m\times Me}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = (\frac{m_A}{m_B})^۲ \times (\frac{r_B}{r_A})^۲ \Rightarrow ۴ = (\frac{r_B}{r_A})^۲ \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۲$$

۱۵ متحرکی به جرم ۶ کیلوگرم از حال سکون و با شتاب ثابت $۰/۵\frac{m}{s^۲}$ در مسیری مستقیم به حرکت در می‌آید. بعد از چه مدت زمانی برحسب ثانیه، اندازه‌ی تکانه‌ی آن به $۱۲\frac{kg\cdot m}{s}$ می‌رسد؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$\overline{F}=\frac{\Delta p}{\Delta t}\Rightarrow ma=\frac{p_۲-p_۱}{\Delta t}\Rightarrow ۶\times ۰/۵=\frac{۱۲-۰}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۴s$$

۱۶ دو جسم با جرم‌های $m_۱$ و $m_۲=۵m_۱$ در فاصلهٔ $۸m$ از هم قرار دارند و بر هم نیروی جاذبهٔ گرانشی F وارد می‌کنند. اگر فاصلهٔ بین دو جسم را $۳۲m$ افزایش دهیم، اندازهٔ نیروی جاذبهٔ گرانشی بین دو جسم نسبت به حالت اولیه به اندازهٔ چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۷۵ ۲) ۸۰ ۳) ۹۳/۷۵ ۴) ۹۶

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ اگر دو جسم با جرم‌های $m_۲, m_۱$ در فاصلهٔ r از هم قرار گیرند بین دو جسم نیروی جاذبه‌ی گرانشی به جود می‌آید که اندازهٔ آن با استفاده از قانون جهانی گرانش نیوتون به دست می‌آید.

$$F=G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}\Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\xrightarrow{r_۲=۸+۳۲=۴۰m}\frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{۸}{۴۰})^۲=\frac{۱}{۲۵}\Rightarrow F_۲=\frac{۱}{۲۵}F_۱$$

$$\text{درصد تغییرات اندازهٔ نیروی گرانشی}=\frac{\Delta F}{F_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۱}{۲۵}F_۱-F_۱}{F_۱}\times ۱۰۰=-۹۶\%$$

۱۷ متحرکی به جرم ۶ کیلوگرم از حال سکون و با شتاب ثابت $۰/۵m/s^۲$ در مسیری مستقیم به حرکت در می‌آید. بعد از چه مدت زمانی برحسب ثانیه، اندازه‌ی تکانه‌ی آن به $۱۲kg\cdot m/s$ می‌رسد؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}\Rightarrow ma=\frac{p_۲-p_۱}{\Delta t}\Rightarrow ۶\times ۰/۵=\frac{۱۲-۰}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۴s$$

۱۸ وزن جسمی بر روی سطح زمین برابر با $۴۵N$ است. در مکانی که فاصلهٔ آن تا سطح زمین، نصف شعاع زمین است، نیروی وزن جسم چند نیوتون است؟

۱) ۴۵ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰ ۴) ۱۸۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق قانون گرانش نیوتون، نیروی وزن وارد از طرف زمین به جسمی به جرم m، از رابطهٔ زیر حاصل می‌شود:

$$F = \frac{GmM_e}{r^۲}$$

اگر رابطهٔ بالا را برای دو وضعیت گفته شده به‌کار ببریم، خواهیم داشت:

$$\Rightarrow \begin{cases} ۴۵ = \dfrac{GmM_e}{R_e^۲} \\ F' = \dfrac{GmM_e}{(\frac{۳}{۲}R_e)^۲} \Rightarrow \dfrac{۴۵}{F'} = \dfrac{\frac{۹}{۴}R_e^۲}{R_e^۲} \Rightarrow \dfrac{۴۵}{F'} = \dfrac{۹}{۴} \Rightarrow F' = ۲۰N \end{cases}$$

۱۹ اندازهٔ تکانهٔ $۲۰kg \cdot m/s$ و انرژی جنبشی آن $۱۲۰J$ می‌باشد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) ۶ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ راه حل اول: از رابطهٔ $K = \frac{p^۲}{۲m}$، جرم جسم محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \xrightarrow[P=۲۰kg\cdot m/s]{K=۱۲۰J} ۱۲۰ = \frac{۲۰^۲}{۲m} \Rightarrow m = \frac{۵}{۳}kg$$

راه حل دوم:

$$\begin{cases} K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow mv^۲ = ۲۴۰J \\ p = mv = ۲۰kg \cdot m/s \end{cases}$$

طرفین دو رابطهٔ فوق را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{mv^۲}{mv} = \frac{۲۴۰}{۲۰} \Rightarrow v = ۱۲m/s$$

$$p = mv \Rightarrow ۲۰ = m \times ۱۲ \Rightarrow m = \frac{۵}{۳}kg$$

۲۰ اگر جسمی در فاصلهٔ R_e از سطح زمین باشد وزن آن در این ارتفاع چند درصد وزن آن روی سطح کرهٔ زمین است؟ (R_e شعاع کرهٔ زمین)

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۵

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ وقتی جسمی درارتفاع h از سطح زمین قرار می‌گیرد جرم آن تغییر نمی‌کند ولی شتاب گرانشی وارد بر آن

تغییر خواهد کرد. از این رو داریم:

$$\left.\begin{array}{l} g_h = \dfrac{GM_e}{r^2} = \dfrac{GM_e}{(R_e+h)^2} \\ g = \dfrac{GM_e}{r^2} = \dfrac{GM_e}{R_e^2} \end{array}\right\} \xrightarrow{W=mg} \frac{W_h}{W} = \frac{g_h}{g} = (\frac{R_e}{R_e+h})^2 = (\frac{R_e}{R_e+R_e})^2 = (\frac{R_2}{2R_2})^2$$

$$\Rightarrow \frac{W_h}{W} = \frac{1}{4} = \%25$$

۲۱ دو نیرو هم‌اندازه و عمود برهم F، تنهای نیروهای خارجی‌ای هستند که بر جسمی اثر می‌کنند. اگر پس از ۴ ثانیه، تکانهٔ جسم ۲۰ واحد SI افزایش یابد، بزرگی هریک از این نیروهای خارجی چند نیوتن است؟

۱) ۵ ۲) ۸۰ ۳) $40\sqrt{2}$ ۴) $2/5\sqrt{2}$

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴**

$$\begin{cases} |\Delta\vec{P}| = |\vec{F}_{net}| \cdot \Delta t \\ |\vec{F}_{net}| = \sqrt{F^2+F^2} = F\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow 20 = F\sqrt{2} \times 4 \Rightarrow F = 2/5\sqrt{2}N$$

۲۲ اندازه‌ی تکانه‌ی جسمی که با سرعت ثابت و در مسیری مستقیم در حال حرکت است $24\frac{kg\cdot m}{s}$ است. نیروی ثابت $\vec{F}$ در راستای حرکت جسم و به مدت زمانی $2s$ به جسم وارد شده و سرعت جسم را به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه و در خلاف جهت حرکت اولیه آن می‌رساند. بزرگی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴

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

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

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

۲۳ جسمی به جرم $۴kg$ از ارتفاع ۴۵ متری سطح آب دریاچه‌ای رها می‌شود و پس از $۵/۸s$ با تندی $۲m/s$ به کف دریاچه می‌رسد. در طی مدت زمانی که جسم در آب در حال حرکت است، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر آن برابر با چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰N/kg$ و از نیروی مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ سرعت جسم در لحظهٔ برخورد به سطح آب برابر است با:

$$v^۲ = -۲g(y - y_۰) = -۲ \times ۱۰ \times (۰ - ۴۵) \Rightarrow v = ۳۰m/s$$

مدت زمان سقوط جسم تا لحظهٔ برخورد به سطح آب برابر است با:

$$\Delta y = -\frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow -۴۵ = -\frac{۱}{۲} \times ۱۰t^۲ \Rightarrow t = ۳s$$

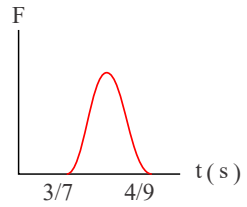
بنابراین مدت زمانی که جسم در آب در حال حرکت است برابر است با:

$$\Delta t' = ۵/۸ - ۳ \Rightarrow t' = ۲/۸$$

در نتیجه اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر جسم طی مدت زمانی که در آب در حال حرکت است، برابر است با:

$$|F_{av}| = \frac{|\Delta p|}{\Delta t'} = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t'} = \frac{۴ \times |(۲ - ۳۰)|}{۲/۸} \Rightarrow |F_{av}| = ۴۰N$$

۲۴ نمودار اندازهٔ نیرویی خالص وارد بر توپ در بازی چوگان برحسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر مساحت سطح زیر نمودار برابر با ۱۴/۴ واحد SI باشد، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر توپ طی این مدت برابر با چند نیوتون است؟



۱) ۶ ۲) ۸
۳) ۱۰ ۴) ۱۲

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر است با:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

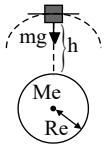
از طرف دیگر مساحت سطح زیر نمودار نیرو – زمان برابر با تغییرات تکانه است. بنابراین داریم:

$$F_{av} = \frac{۱۴/۴}{(۴/۹ - ۳/۷)} \Rightarrow F_{av} = ۱۲N$$

۲۵ 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؟($R_e = ۶۴۰۰km$ شعاع زمین، $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ شتاب گرانش در سطح زمین)

۱) ۶۴۰۰ ۲) ۳۲۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۴۸۰۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** می‌دانیم نیروی مرکزگرای لازم برای حرکت دایره‌ای یکنواخت ماهواره به دور زمین، توسط نیروی گرانش تامین می‌شود. داریم:



$$F_{\text{مرکزگرا}} = F_{\text{گرانش}} \Rightarrow \frac{mv^۲}{r} = G\frac{Me\,m}{r^۲} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GMe}{r}}$$

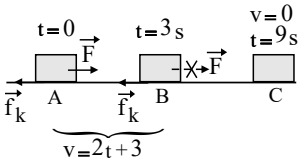
$$\xrightarrow{g=\frac{GMe}{R_e^۲}} v = \sqrt{\frac{gR_e^۲}{r}} = R_e\sqrt{\frac{g}{r}} \xrightarrow{r=R_e+h} v = R_e\sqrt{\frac{g}{R_e+h}}$$

$$= ۶۴\times۱۰^۵\sqrt{\frac{۱۰}{(۶۴۰۰+۳۶۰۰)\times۱۰^۳}} = ۶۴\times۱۰^۵\times\frac{۱}{۱۰^۳} = ۶۴۰۰\frac{m}{s} \Rightarrow v = ۶۴۰۰\frac{m}{s}$$

۲۶ در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم $۲kg$ روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی $\vec{F}$ از زمان $t = ۰$ بر آن وارد می‌شود، به طوری که سرعت آن در SI به صورت $v = ۲t + ۳$ با زمان تغییر می‌کند. اگر پس از $۳s$ ، نیروی $\vec{F}$ قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی $\vec{F}$ با شتاب ثابت متوقف شود، اندازهٔ نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون است؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ نیروی $\vec{F}$، تنها نیروی اصطکاک است که به جسم شتاب می‌دهد، می‌توان نوشت:



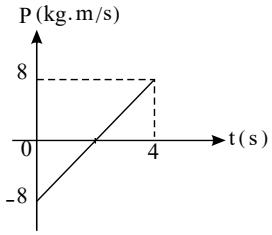
$$B \text{ تا } A: \begin{cases} F - f_k = ma \quad (۱) \\ v = ۲t + ۳ = at + v_۰ \rightarrow a = ۲\,m/s^۲ \end{cases}$$

$$t = ۳s \rightarrow v_{(B)} = ۲\times۳ + ۳ = ۹\,m/s$$

$$C \text{ تا } B: \ F_{net} = ma \rightarrow \begin{cases} v_{(C)} = v_{(B)} + a\Delta t_{BC} \rightarrow ۰ = ۹ + a \times ۶ \rightarrow \boxed{a = -۱٫۵\, m/s^۲} \\ ۰ - f_k = ma = ۲(-۱٫۵) = -۳ \rightarrow \boxed{f_k = ۳N} \quad (۲) \end{cases}$$

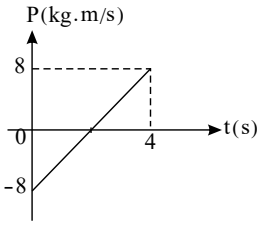
$$(۱), (۲) \rightarrow F - ۳ = ۲ \times ۲ \rightarrow \boxed{F = ۷N}$$

۲۷ شکل زیر نمودار تغییرات تکانهٔ یک جسم به جرم $۲kg$ را که بر محور x حرکت می‌کند، برحسب زمان نشان می‌دهد. نوع حرکت متحرک در چهار ثانیهٔ اول حرکت کدام است؟



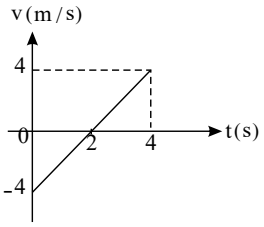
۱) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده
۲) ابتدا کندشونده سپس تندشونده
۳) کندشونده
۴) تندشونده

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ ابتدا نمودار (p–t) را به (v–t) تبدیل می‌کنیم. توجه کنید که شکل نمودار اصلاً تغییر نمی‌کند و فقط محور تکانه باید به سرعت تبدیل شود.

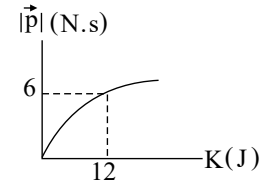


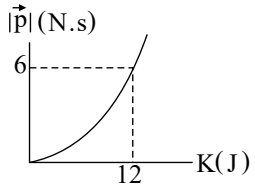
$$\left.\begin{matrix} p = mv \\ ۸ = ۲v \end{matrix}\right\} \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$

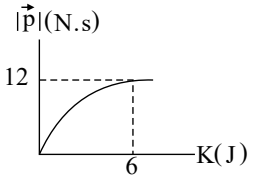
از لحظهٔ $t = ۰$ تا $t = ۲s$ اندازهٔ سرعت کاهش می‌یابد لذا حرکت کندشونده و از لحظهٔ $t = ۲s$ تا $t = ۴s$ اندازهٔ سرعت افزایش می‌یابد لذا حرکت تندشونده است.

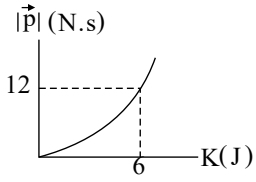


۲۸ کدام گزینه نمودار بزرگی تکانه برحسب انرژی جنبشی جسمی به جرم $۱٫۵kg$ را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

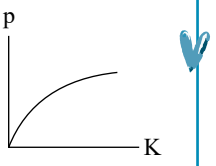
۴) 

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** با توجه به رابطهٔ انرژی جنبشی برحسب اندازهٔ تکانه داریم:

$$K=\frac{p^۲}{۲m}\Rightarrow p=\sqrt{۲mK}$$

بنابراین نمودار تکانه برحسب انرژی جنبشی جسم به صورت زیر است.

$$m=۱/۵kg\xrightarrow{p=\sqrt{۲mK}}p=\sqrt{۳K}\xrightarrow{K=۱۲J}p=۶N\cdot s$$



۲۹ در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم m را در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. اگر بردار تغییر اندازهٔ حرکت گلوله بین لحظه‌های $t_۱=۲s$ و $t_۲=۶s$ در SI برابر با $-۲۵\vec{j}$ باشد، m چند گرم است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۵۰۰ ۲) ۵۷۵ ۳) ۶۲۵ ۴) ۲۵۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ باتوجه به رابطهٔ تغییر اندازهٔ حرکت داریم:

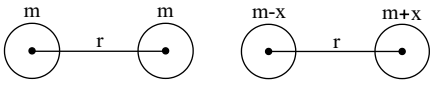
$$\Delta\vec{p}=m\Delta\vec{v}\xrightarrow{\vec{g}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}}\Delta\vec{p}=m\Delta t\vec{g}$$

$$\xrightarrow[\vec{g}=-۱۰\vec{j}(\frac{m}{s^۲})\ ,\ \Delta t=۶-۲=۴s]{\Delta\vec{p}=-۲۵\vec{j}(\frac{kg\cdot m}{s})}-۲۵\vec{j}=۴m\times(-۱۰\vec{j})\Rightarrow m=\frac{۲۵}{۴۰}kg=۶۲۵g$$

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

۱) ۷۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۳۳

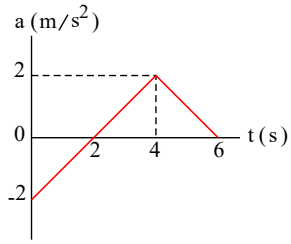
پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با استفاده از قانون گرانش نیوتون $(F=\frac{Gm_۱m_۲}{r^۲})$ داریم:



$$F'=\frac{۷۵}{۱۰۰}F\Rightarrow G\frac{(m-x)(m+x)}{r^۲}=\frac{۷۵}{۱۰۰}G\frac{m\times m}{r^۲}\Rightarrow(m^۲-x^۲)=\frac{۳}{۴}m^۲$$
$$\Rightarrow ۴m^۲-۴x^۲=۳m^۲\Rightarrow m^۲=۴x^۲\Rightarrow x=\frac{m}{۲}$$

بنابراین باید ۵۰% از جرم یکی کم کرده و به دیگری اضافه کنیم.

۳۱ در شکل زیر نمودار شتاب - زمان متحرکی به جرم $۲kg$ که روی محور x در حرکت است، نشان داده شده است. اگر سرعت اولیهٔ متحرک $۴m/s$ باشد. اندازهٔ تکانهٔ آن در لحظهٔ $t = ۶s$ چند $kg \cdot m/s$ است؟

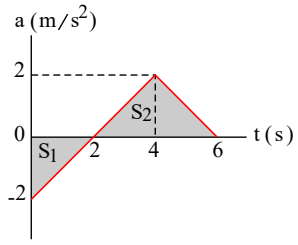


۱) ۲۰
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۲

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** بنا به رابطهٔ $p = mv$ برای محاسبهٔ اندازهٔ تکانه در لحظهٔ $t = ۶s$ باید سرعت در این لحظه را به‌دست آوریم. چون شتاب حرکت ثابت نیست. کافیست مساحت سطح محصور بین نمودار شتاب- زمان و محور زمان که برابر با Δv است را محاسبه کرده و سپس از رابطهٔ $\Delta v = v - v_۰$ سرعت را حساب کنیم.

$$\Delta v = S_۱ + S_۲ = \frac{-۲ \times ۲}{۲} + \frac{(۶ - ۲) \times ۲}{۲} \Rightarrow \Delta v = -۲ + ۴ = ۲\ m/s$$

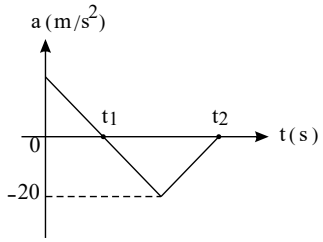
$$\Delta v = v - v_۰ \xrightarrow[\Delta v = ۲m/s]{v_۰ = ۴m/s} ۲ = v - ۴ \Rightarrow v = ۶\ m/s$$



حال اندازهٔ تکانه را حساب می‌کنیم.

$$p = mv \xrightarrow[v = ۶m/s]{m = ۲kg} p = ۲ \times ۶ = ۱۲kg \cdot m/s$$

۳۲ نمودار شتاب - زمان جسمی که بر مسیری مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر جرم جسم ۸۰۰ گرم باشد، اندازهٔ نیروی متوسط وارد شده به جسم در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ چند نیوتون است؟

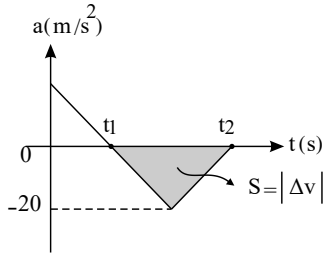


۱) ۸
۲) اطلاعات سؤال کافی نیست.
۳) ۱۰
۴) ۲۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ **۱** می‌دانیم نیروی متوسط از رابطهٔ $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید و هم‌چنین برای محاسبهٔ Δp می‌توانیم Δv را از سطح زیر نمودار شتاب - زمان بیابیم سپس در m ضرب کنیم:

$$|\Delta v_{t_2 \text{ تا } t_1}| = S_{t_2 \text{ تا } t_1} = \frac{(t_2 - t_1) \times ۲۰}{۲}$$

$$|F_{av}| = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{۸}{۱۰} \times \frac{۱۰(t_2 - t_1)}{(t_2 - t_1)} = ۸N$$



۳۳ وزن جسمی در نقطه‌ای از سطح زمین $۱۹/۶۴N$ است. در ارتفاع h از سطح زمین، اندازهٔ شتاب گرانشی $۰/۲۵m/s^۲$ کاهش می‌یابد و وزن جسم به $۱۹/۱۴N$ می‌رسد. جرم جسم در ارتفاع h از سطح زمین چند کیلوگرم است؟

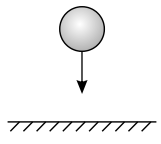
۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۱/۹۱۴ ۴) ۱/۹۶۴

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** وزن هر جسم از رابطهٔ $W = mg$ به‌دست می‌آید. با تغییر ارتفاع، g تغییر می‌کند اما جرم عوض نمی‌شود.

داریم:

$$\Delta W = m\Delta g \Rightarrow ۱۹/۱۴ - ۹/۶۴ = m \times (-۰/۲۵) \Rightarrow m = ۲kg$$

۳۴ مطابق شکل زیر، توپی به جرم $۴kg$ در راستای قائم، با تندی $۶m/s$ به سطح افقی برخورد می‌کند و با تندی $۴m/s$ در همان راستا بر می‌گردد. اگر مدت زمان برخورد توپ با زمین ۰/۰۵ ثانیه باشد، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر توپ در زمان برخورد چند نیوتون است؟

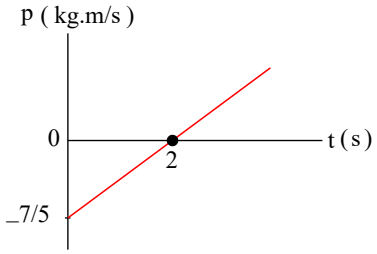


۱) ۳۲۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ: ۴ ۳ ۴ **۲** ۱ با انتخاب جهت مثبت به‌سمت بالا سرعت توپ در برخورد با زمین $-۶\vec{j}$ و در برگشت $+۴\vec{j}$ واحد SI است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{\Delta t} = \frac{۴(۴\vec{j} - (-۶\vec{j}))}{۰/۰۵} = ۸۰۰\vec{j}(N)$$

۳۵ نمودار زیر تغییرات تکانهٔ یک جسم به جرم $۱/۵kg$ را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد حرکت این متحرک نادرست است؟



۱) حرکت متحرک ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

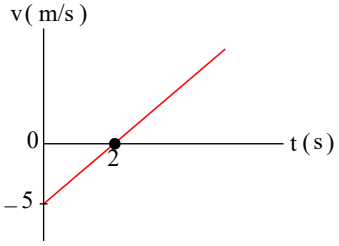
۲) جابه‌جایی متحرک در ۴ ثانیهٔ اول حرکت برابر صفر است.

۳) متحرک در لحظهٔ $t = \frac{۴}{۳}s$ تغییر جهت می‌دهد.

۴) اندازهٔ تفاضل جابه‌جایی‌های آن در ثانیه‌های متوالی برابر با $۲/۵m$ است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

با توجه به تعریف تکانه از روی نمودار آن، نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم.



$$p = mv \Rightarrow v = \frac{p}{m} \Rightarrow v = \frac{-۷/۵}{۱/۵} = -۵m/s$$

گزینهٔ «۱»: در ۲ ثانیهٔ اول، حرکت کندشونده و سپس تندشونده است.

گزینهٔ «۲»: با توجه به تقارن نمودار $v - t$ و اینکه مساحت زیر نمودار با جابه‌جایی برابر است، جابه‌جایی دو ثانیهٔ اول هم‌اندازه و در خلاف جهت ۲ ثانیهٔ دوم است؛ پس این گزینه هم صحیح است.

گزینهٔ «۴»: با توجه به نمودار سرعت - زمان، حرکت این متحرک با شتاب ثابت است و در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم، اندازهٔ تفاضل جابه‌جایی‌ها در ثانیه‌های متوالی برابر با اندازهٔ شتاب ثابت است. (دنبالهٔ حسابی)

$$a = \frac{۵}{۲} = ۲/۵m/s^۲$$

۳۶ معادلهٔ تکانهٔ جسمی به جرم $۰/۵kg$ برحسب زمان در SI به‌صورت $p = -t^۲ + ۷t - ۱۰$ است. در مورد این جسم کدام گزینه درست است؟

۱) در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۴s$، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم برابر با $۳N$ است.

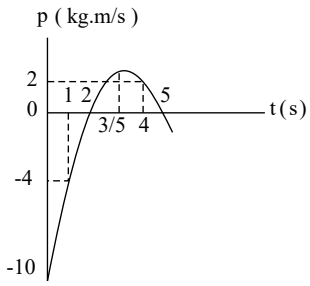
۲) در لحظهٔ $t = ۳s$، نیروی خالص وارد بر جسم، صفر است.

۳) در ۳ ثانیهٔ اول، حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

۴) در $t = ۴s$، انرژی جنبشی جسم برابر با $۸J$ است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ با رسم نمودار تکانه برحسب زمان می‌توان گزینه‌ها را بررسی کرد:

$$p = -(t^{۲} - ۷t + ۱۰) = -(t-۲)(t-۵)$$



گزینهٔ «۱»:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۲ - (-۴)}{۴ - ۱} = \frac{۶}{۳} = ۲N$$

گزینهٔ «۲»: طبق نمودار در $t = ۳/۵s$ شیب خط مماس بر نمودار صفر است، بنابراین نیروی خالص نیز در $t = ۳/۵s$ صفر است.

گزینهٔ «۳»:در نمودار $p - t$، با گذشت زمان، اگر به محور t نزدیک شویم، حرکت کندشونده و اگر از محور t دور شویم، حرکت تندشونده است. طبق نمودار از $t = ۰$ تا $t = ۲s$ حرکت کندشونده و از $t = ۲s$ تا $t = ۳s$ حرکت تندشونده است.

گزینهٔ «۴»: در $t = ۴s$، مقدار تکانه برابر با $۲\frac{kg \cdot m}{s}$ است. در نتیجه:

$$K = \frac{p^{۲}}{۲m} = \frac{(۲)^{۲}}{۲(۰/۵)} = ۴J$$

۳۷ اندازه‌ی نیروی گرانشی وارد بر یک ماهواره به جرم $۲۷۰kg$ که در مداری به فاصله‌ی $۲R_e$ از سطح زمین به دور زمین حرکت می‌کند برابر با چند نیوتون است؟ (R_e = شعاع زمین و $۱۰\frac{N}{kg}$ = شتاب گرانشی در سطح زمین)

۱) ۳۰۰ ۲) ۵۴۰ ۳) ۸۱۰ ۴) ۹۰۰

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ نیروی گرانشی وارد بر ماهواره از طرف زمین، همان نیروی وزن ماهواره می‌باشد. با استفاده از تعریف نیروی وزن و قانون گرانش نیوتون داریم:

$$F = mg \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{g'}{g} \xrightarrow{g = G\frac{M_e}{r^{۲}}} \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^{۲} \xrightarrow[r' = R_e + ۲R_e = ۳R_e]{r = R_e} \frac{F'}{F} = \left(\frac{R_e}{۳R_e}\right)^{۲}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۱}{۹} \Rightarrow \frac{F'}{mg} = \frac{۱}{۹} \Rightarrow \frac{F'}{۲۷۰ \times ۱۰} = \frac{۱}{۹} \Rightarrow F' = ۳۰۰N$$

تذکر: دقت کنید فاصله‌ها باید از مرکز کره‌ی زمین اندازه‌گیری شوند.

۳۸ جسمی به جرم $۳kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت $۵\frac{m}{s}$ در حال حرکت است. اگر نیروی افقی $F = ۴N$ 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؟

۱) ۳ ۲) ۲۷ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** باتوجه به رابطه $\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ ، ابتدا اندازه‌ی تغییرات تکانه را محاسبه می‌کنیم:

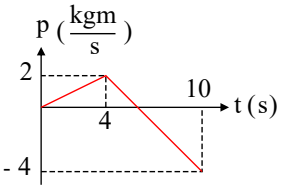
$$|\Delta p| = |F| \times \Delta t \Rightarrow |\Delta p| = ۴ \times ۳ = ۱۲ \frac{kg \cdot m}{s}$$

چون نیرو در خلاف جهت حرکت وارد شده است پس $\Delta p = -۱۲ \frac{kg \cdot m}{s}$ است:

$$p_۱ = mv_۱ = ۳ \times ۵ = ۱۵ \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$\Delta p = p_۲ - p_۱ \Rightarrow -۱۲ = p_۲ - ۱۵ \Rightarrow p_۲ = ۳ \frac{kg \cdot m}{s}$$

۳۹ نمودار اندازه حرکت - زمان جسمی که بر روی خط راست حرکت می‌کند. در SI مطابق شکل مقابل است. در لحظه‌ی $t = ۶s$ بزرگی نیروی وارد بر جسم بر حسب نیوتون کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۰٫۶
۳) ۶ ۴) صفر

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** با توجه به رابطه‌ی $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ شیب خط مماس بر نمودار $p - t$ در هر لحظه، معرف نیروی وارد بر جسم در آن لحظه می‌باشد. از آن جایی‌که در شکل داده شده شیب نمودار $p - t$ در بازه‌ی زمانی $t = ۴s$ و $t = ۱۰s$ ثابت است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شیب خط مماس در لحظه $t = ۶s$ برابر نیرویی متوسط وارد بر جسم در این بازه‌ی زمانی است $(F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t})$ و داریم:

$$F = F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-۴ - ۲}{۱۰ - ۴} = -۱N \Rightarrow |F| = ۱N$$

۴۰ معادلهٔ بردار تکانهٔ جسمی بر حسب زمان در SI به صورت $\vec{p} = ۳t^۲\vec{i} - ۸t\vec{j}$ است. بردار نیروی متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۳s$ در SI کدام است؟

۱) $۱۲\vec{i} - ۱۶\vec{j}$ ۲) $۲۴\vec{i} + ۱۶\vec{j}$ ۳) $۱۲\vec{i} - ۸\vec{j}$ ۴) $۸\vec{i} + \frac{۸}{۳}\vec{j}$

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ با توجه به تعریف نیروی متوسط داریم:

$$t_۱ = ۱s \Rightarrow \vec{p}_۱ = ۳\vec{i} - ۸\vec{j}$$
$$t_۲ = ۳s \Rightarrow \vec{p}_۲ = ۲۷\vec{i} - ۲۴\vec{j}$$
$$\Rightarrow \vec{F}_{av} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F}_{av} = \frac{(۲۷\vec{i} - ۲۴\vec{j}) - (۳\vec{i} - ۸\vec{j})}{۲} = ۱۲\vec{i} - ۸\vec{j}(N)$$