پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ جسم تحت تأثیر نیروی F قرار می‌گیرد و شتاب a می‌گیرد و در هر ثانیه به اندازه a به سرعت آن افزوده می‌گردد اگر نیروی F به $\frac{F}{۳}$ کاهش یابد شتاب نیز $\frac{a}{۳}$ خواهد شد باید توجه کنیم، شتاب کم می‌شود اما سرعت همچنان رو به افزایش است و کم شدن شتاب مفهوم کند شونده بودن حرکت را نمی‌دهد ولی در نهایت که نیرو صفر می‌شود طبق قانون اول نیوتون جسم به حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت ادامه حرکت می‌دهد.

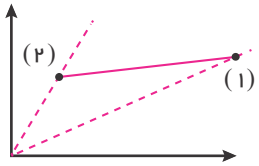
۲ - گزینه ۱ شخص قایق را به سمت چپ هُل می دهد تا بتواند به سمت راست حرکت کند. بنابراین نیرویی که از طرف قایق به شخص وارد می‌شود برابر است با:

$F_{۱۲} = m_۱ a_۱ = ۶۰ \times ۲ = ۱۲۰N$ (به سمت راست)

طبق قانون سوم نیوتون، عکس‌العمل این نیرو به قایق و به طرف چپ وارد می‌شود. بنابراین:

$F_{۲۱} = m_۲ a_۲ \Rightarrow ۱۲۰ = ۱۰۰ a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱٫۲\ m/s^۲$ (به سمت چپ)

۳ - گزینه ۳ در کدام رابطه هم نیرو و هم شتاب وجود دارد؟ آفرین! قانون دوم نیوتون $(F = ma)$، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شیب خط عبوری از مبدأ در هر نقطه از این نمودار جرم را نشان می‌دهد. واضح است که شیب خط عبوری در نقطهٔ (۲) بیش‌تر است. بنابراین از نقطهٔ (۱) تا (۲) جرم افزایش یافته است.



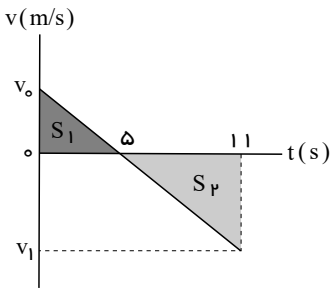
۴ - گزینه ۳ آهنربای نعل‌اسبی شکل، با اسباب‌بازی از طریق میله در تماس است و اگر آهنربا با نیروی F کامیون را به سوی خود بکشد، کامیون هم آهنربا را با نیرویی به همین اندازه به‌سوی خود جذب می‌کند. به‌دلیل تماس مستقیم آهنربا و اسباب‌بازی (از طریق میله) این نیروهای کنش و واکنش، نیروهای درونی هستند نه نیروی بیرونی (خارجی)، پس شتابی به دستگاه نمی‌دهند و خودرو و آهنربا (دستگاه) حرکتی نمی‌کند.

اگر تماس میلهٔ آهنربا و خودرو قطع شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

۵ - گزینه ۴ طبق قانون سوم نیوتون نیرویی که دمنده به بادبان به سمت راست وارد می‌کند برابر است با نیرویی که بادبان به دمنده به سمت چپ وارد می‌کند و از آنجا که بادبان و دمنده هر دو داخل قایق هستند نیروی خالصی به قایق وارد نمی‌شود. بنابراین قایق حرکت نمی‌کند.

۶ - گزینه ۳

با توجه به ثابت بودن شیب نمودار و از تشابه دو مثلث نشان داده شده، داریم:



$\frac{v_۰}{۵} = \frac{v_۱}{۶} \Rightarrow v_۱ = ۱٫۲ v_۰$

از طرفی حاصل جمع قدرمطلق جابه‌جایی‌ها برابر مسافت است و در نمودار سرعت - زمان مساحت محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در یک بازهٔ زمانی مشخص برابر با جابه‌جایی متحرک در آن بازهٔ زمانی است:

$l = s_۱ + s_۲ \Rightarrow ۱۲۲ = \frac{v_۰ \times ۵}{۲} + \frac{v_۱ \times ۶}{۲} \Rightarrow ۱۲۲ = ۲٫۵ v_۰ + ۳٫۶ v_۰ \Rightarrow ۶٫۱ v_۰ = ۱۲۲ \Rightarrow v_۰ = ۲۰ \frac{m}{s}$

شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان، همان شتاب متحرکی در آن لحظه است که با توجه به نمودار ثابت است.

$a = \frac{۰ - ۲۰}{۵} = -۴ \frac{m}{s^۲}$

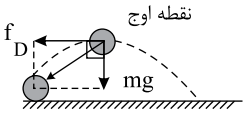
از قانون دوم نیوتون داریم:

$|F_{net}| = m|a| = ۴٫۵ \times ۴ = ۱۸N$

۷ - گزینه ۱ تغییر بردار سرعت یعنی شتابدار بودن جسم، در اثر اعمال نیرو است. در مسیر خمیده حتماً بردار سرعت و نیرو هم‌جهت نیستند و به جسم ساکن اگر نیرو وارد شود الزاماً سرعت و نیرو هم‌جهت خواهد بود.

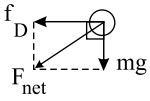
اما عبارت ۴ غلط است زیرا شتاب همواره هم‌جهت با نیروی وارد بر جسم است.

۸ - گزینه ۲ نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت است، پس در نقطهٔ اوج، این نیرو افقی است. نیروهای وارد بر توپ را در نقطهٔ اوج رسم کرده و برآیند آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:



$$F_{net} = \sqrt{f_D^{۲} + (mg)^{۲}}$$

همچنین اندازهٔ برآیند نیروها برابر ma است، پس:

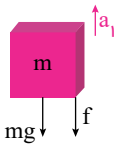


$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^{۲} + (mg)^{۲}} = m(\frac{۴}{۳})g \xrightarrow{\text{توان ۲}} f_D^{۲} = \frac{۱۶}{۹}(mg)^{۲} - (mg)^{۲} \Rightarrow f_D^{۲} = \frac{۷}{۹}(mg)^{۲} \Rightarrow f_D = \frac{\sqrt{۷}}{۳}mg$$

۹ - گزینه ۱ هنگامی که آسانسور به صورت تند شونده به سمت پایین یا کند شونده به سمت بالا حرکت کند، به عبارتی جهت شتاب روبه پایین باشد، وزن ظاهری جسم کمتر از وزن واقعی آن است.

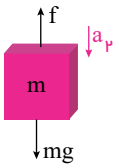
۱۰ - گزینه ۱ شتاب حرکت را در زمان بالا رفتن محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma_۱ \Rightarrow -mg - f = ma_۱ \Rightarrow a_۱ = -g - \frac{f}{m} = -(g + \frac{f}{m})$$



شتاب حرکت در زمان پایین رفتن برابر است با:

$$F_{net} = ma_۲ \Rightarrow -mg + f = ma_۲ \Rightarrow a_۲ = -(g - \frac{f}{m})$$



معادله‌های حرکت در زمان بالا رفتن:

($v_۲$ سرعت در نقطهٔ اوج):

$$\Delta y = -\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^{۲} + v_{۰۲}t \Rightarrow h = -\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^{۲} \Rightarrow t_۱ = \sqrt{\frac{۲h}{|a_۱|}}$$

معادلهٔ حرکت در زمان پایین آمدن:

$$\Delta y = +\frac{۱}{۲}a_۲t_۲^{۲} + v_۰t \Rightarrow h = \frac{۱}{۲}a_۲t_۲^{۲} \Rightarrow t_۲ = \sqrt{\frac{۲h}{|a_۲|}}$$

$$t_۱ = \frac{۱}{۳}t_۲ \Rightarrow t_۲ = ۳t_۱ \Rightarrow \sqrt{\frac{۲h}{|a|_۲}} = ۳\sqrt{\frac{۲h}{|a_۱|}} \Rightarrow \frac{۱}{|a_۲|} = \frac{۹}{|a_۱|} \Rightarrow |a_۱| = ۹|a_۲| \Rightarrow g + \frac{f}{m} = ۹(g - \frac{f}{m}) \Rightarrow ۸g = \frac{۱۰f}{m} \Rightarrow \frac{f}{mg} = \frac{۸}{۱۰} = \frac{۴}{۵}$$