پاسخنامه تشریحی

۱ - ۱ـ تندشونده روبه‌بالا ۲ـ کندشونده روبه‌پایین

۲ - ۱ ـ هم نوع نیستند. ۲ ـ به یک جسم وارد می‌شوند.

۳ -

الف

$$F_N = mg = ۱۰۰۰N$$
$$f_{s\,max} = F \Rightarrow f_{s\,max} = \mu_s F_N \Rightarrow ۵۰۰ = \mu_s \times ۱۰۰۰ \rightarrow \mu_s = ۰/۵$$

ب

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_{s\,max}^۲} \Rightarrow R = ۵۰۰\sqrt{۵}(N)$$

۴ - بنابر قانون اول نیوتون چون جسم در حال سکون است، پس نیروهای وارد بر آن متوازن هستند و اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با اندازهٔ نیروی محرک که در راستای سطح به جسم وارد می‌شود.

$$f_s = ۰N$$

۵ - گزینهٔ ۳

۶ -

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰^۲ - ۲۰^۲ = ۲a \times ۴۰ \Rightarrow a = -۵\frac{m}{s^۲}$$
$$a = -\frac{f_k}{m} \Rightarrow a = -\frac{\mu_k F_N}{m} \Rightarrow a = -\frac{\mu_k mg}{m} = -\mu_k g$$
$$a = -۵ = -۱۰\mu_k \Rightarrow \mu_k = ۰/۵$$

۷ -

$$F_e = kx \Rightarrow ۲ = k(۱۲ - L_۰) \Rightarrow ۳ = k(L_۰ - ۷)$$
$$\frac{۲}{۳} = \frac{۱۲ - L_۰}{L_۰ - ۷} \Rightarrow L_۰ = ۱۰cm$$

۸ -

$$g = \frac{GM_e}{r^۲} \Rightarrow \frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$
$$\frac{g_۲}{۱۰} = (\frac{Re}{۲Re})^۲ \Rightarrow g_۲ = ۲/۵\frac{m}{s^۲}$$

۹ -

الف سرعت (در این حالت شتاب صفر است.)

ب برابر (این دو نیرو عمل و عکس العمل هستند، پس اندازهٔ آنها با هم برابر است.)

پ نیروی وزن

۱۰ -

الف چون شتاب رو به پایین است، علامت آن منفی است.

$$F_N = m(g - a) \qquad F_N = ۶۰(۱۰ - ۳) \qquad F_N = ۴۲۰N$$

ب شتاب سقوط آزاد برابر با شتاب گرانش است ($a = g$)، در نتیجه:

$$F_N = m(g - a) = m(g - g) = ۰$$

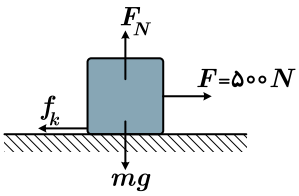
۱۱ -

الف حداقل نیروی مورد نیاز برای به حرکت درآوردن جعبه، برابر با $f_{s,max}$ است.

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg = ۷۵ \times ۱۰ = ۷۵۰N} f_{s,max} = ۰/۶ \times ۷۵۰ \quad F = f_{s,max} = ۴۵۰N$$

ب

$$F_{net} = F - f_k = F - \mu_k mg \qquad F_{net} = ۵۰۰ - (۰/۵ \times ۷۵ \times ۱۰) = ۱۲۵N$$
$$\Delta p = F_{net}\Delta t \qquad \Delta p = ۱۲۵ \times ۲ = ۲۵۰\frac{kg \cdot m}{s}$$



۱۲ - فنر را از نقطه‌ای آویزان می‌کنیم و طول اولیهٔ آن را اندازه می‌گیریم (L_1). وزنه را به فنر آویزان کرده و در شرایط تعادل دوباره طول فنر را اندازه‌گیری می‌کنیم (L_2). حال با استفاده از رابطهٔ روبه‌رو مقدار k را به دست می‌آوریم.

$$k = \frac{mg}{L_2 - L_1}$$

۱۳ -

الف مساحت سطح تماس دو جسم

ب

تکانه $(F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t})$

پ تغییر می‌کند (وزن جسم با ارتفاع از مرکز زمین رابطهٔ عکس دارد.)

۱۴ - با توجه به قانون اول نیوتون، چون در این حالت هیچ نیرویی به آن وارد نمی‌شود، با سرعت ثابت به حرکت خود بر خط راست ادامه می‌دهد.

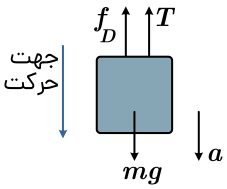
۱۵ - چون با توجه به قانون سوم نیوتون، میخ هم بر چکش نیرویی در خلاف جهت وارد می‌کند.

۱۶ - رابطهٔ تغییر طول فنر را در هر دو حالت می‌نویسیم. نیروی وارد بر فنر با وزن هر وزنه برابر است.

$$kx = mg \rightarrow \begin{cases} kx = ۱ & (۱) \\ k(x + ۳٫۵) = ۸ & (۲) \end{cases} \xrightarrow{(۲)-(۱)} \begin{cases} ۸ - ۱ = ۳٫۵k \\ k = ۲ \frac{N}{cm} \end{cases}$$

۱۷ - نیروهای وارد بر جعبه را رسم می‌کنیم و جهت حرکت جعبه را جهت مثبت در نظر می‌گیریم. داریم:

$$۲ \times ۴۰۰ - T - ۱۰۰ = ۴۰ \qquad mg - T - f_D = ma$$
$$T = ۲۲۰N$$



۱۸ - رابطهٔ تغییر طول فنر را در هر دو حالت می‌نویسیم. نیروی وارد بر فنر با وزن هر وزنه برابر است.

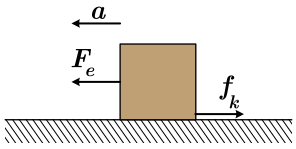
$$F = kx \rightarrow \begin{cases} ۶۰ = k(۱۶ - L_۰) & (۱) \\ ۹۰ = k(۱۸ - L_۰) & (۲) \end{cases} \xrightarrow{(۲)\div(۱)} \frac{۹۰}{۶۰} = \frac{۱۸ - L_۱}{۱۶ - L_۱} \Rightarrow L_۱ = ۱۲cm$$

۱۹ -

$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg} ۵۰ = \mu_s \times ۱۰ \times ۱۰ \Rightarrow \mu_s = ۰٫۵$$

۲۰ - چون جسم حرکت می‌کند، نیروی اصطکاک از نوع جنبشی است.

نیروهای وارد بر جسم را در راستای افقی رسم می‌کنیم. جهت حرکت جسم را جهت مثبت در نظر می‌گیریم و داریم:



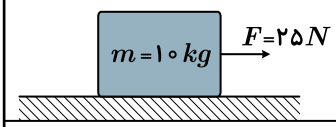
$$F_{net} = F_e - f_k = ma \rightarrow kx - f_k = ma$$
$$۱۰۰ \times \frac{۶}{۱۰۰} - f_k = ۲ \times ۰٫۵ \Rightarrow f_k = ۵N$$

۲۱ - سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییرات تکانه است. داریم:

$$\Delta p = S \rightarrow \Delta p = \left(\frac{۰٫۶ + ۰٫۴}{۲}\right) \times ۳۰۰ = ۱۵۰ \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \rightarrow F_{av} = \frac{۱۵۰}{(۰٫۸ - ۰٫۲)} \Rightarrow F_{av} = ۲۵۰N$$

۲۲ -

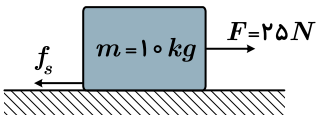


الف) ابتدا نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را محاسبه می‌کنیم و آن را با نیروی $F = ۲۵N$ مقایسه می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = mg} f_{s,max} = ۰/۴ \times ۱۰ \times ۱۰ = ۴۰N$$

نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت بزرگ‌تر از نیروی جلوبرنده می‌باشد ($f_{s,max} > F$) بنابراین جسم حرکت نمی‌کند.

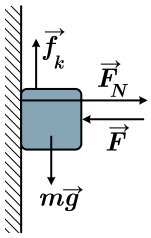
ب) در این حالت بر جسم نیروی اصطکاک ایستایی وارد می‌شود که با نیروی F برابر است.



$$F_{net} = ma \xrightarrow{a=۰} F - f_s = ۰ \Rightarrow f_s = ۲۵N$$

- ۲۳

نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:



$$mg - f_k = ۰ \rightarrow f_k = mg = ۴۰N$$

$$f_k = \mu_k F_N \xrightarrow{F_N = F} ۴۰ = ۰/۱F \Rightarrow F = ۴۰۰N$$

- ۲۴

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \rightarrow K = \frac{(۸ \times ۱۰^{-۲})^۲}{۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۰/۱۶J$$

- ۲۵

$$\frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{R_e}{R_e + h})^۲ \rightarrow \frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۱۶۰۰})^۲ \Rightarrow \frac{g_۲}{g_۱} = ۰/۶۴$$

- ۲۶

الف درست

ب نادرست

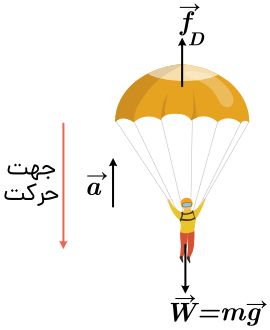
پ نادرست

ت نادرست

- ۲۷

با توجه به اینکه حرکت چترباز کندشونده است، جهت شتاب به سمت بالا است و داریم (جهت بالا را مثبت فرض کرده‌ایم):

$$f_D - mg = ma \xrightarrow[a = ۸\frac{m}{s^۲}]{m = ۷۰kg} f_D - ۷۰۰ = ۵۶۰ \Rightarrow f_D = ۱۲۶۰N$$



- ۲۸

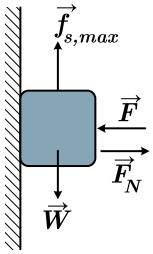
$$\frac{g_۱}{g_۲} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ \rightarrow \frac{۱۰}{۲/۵} = \left(\frac{r_۲}{۶۴۰۰}\right)^۲$$

$$r_۲ = ۱۲۸۰۰km$$

$$r_۲ = R_e + h \xrightarrow{R_e = ۶۴۰۰km} h = ۶۴۰۰km$$

۲۹ - دستکش‌های بوکس معمولاً چندلایه هستند و لایه‌های متعدد، باعث افزایش زمان برخورد می‌شود. طبق رابطهٔ $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، با افزایش مدت زمان ضربهٔ (Δt)، نیروی متوسط کاهش می‌یابد.

۳۰ - نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:



$$F = F_N = ۴۰N$$

$$W \le f_{s,max} \xrightarrow{W=mg} mg \le \mu_s F_N \Rightarrow \mu_s \ge \frac{mg}{F_N} \xrightarrow[m=۲kg]{F_N=۴۰N} \mu_s \ge ۰/۵$$

۳۱ -

الف متغیر

ب چهار

پ بیشتر

ت مستقیم

ث کوچک‌تر

۳۲ - اجسام میل دارند هنگامی‌که نیروی خالص وارد بر آنها صفر است وضعیت حرکت خود را حفظ کنند. این خاصیت لختی نام دارد.

۳۳ - با توجه به قانون سوم نیوتن، نیروهای عمل و عکس‌العمل، دو نیروی هم‌اندازه و درخلاف جهت هم هستند که به دو جسم متفاوت وارد می‌شوند؛ بنابراین نیروها همدیگر را خنثی نمی‌کنند.

۳۴ -

$$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k mg} ۴۴۰ - \mu_k \times ۸۰۰ = ۸۰ \times ۱/۵ \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

۳۵ -

$$(F_{net} = ma \rightarrow mg - f_D = ma \qquad a = g - \frac{f_D}{m})$$

با توجه به این رابطه، هر چه m بیشتر باشد، شتاب حرکت بیشتر است؛ در نتیجه $a_۲ > a_۱$ است.

۳۶ -

الف نادرست

ب درست

۳۷ - وزنهٔ با جرم معین را به یک فنر در راستای قائم، آویزان می‌کنیم. به کمک خط‌کش، تغییر طول فنر را اندازه می‌گیریم؛ سپس با رابطهٔ $k = \frac{mg}{\Delta L}$، ثابت فنر را محاسبه می‌کنیم.

۳۸ -

الف

$$f_{s,max} = \mu_s mg \rightarrow f_{s,max} = ۰/۴ \times ۳۰ = ۱۲N \xrightarrow[\text{جسم ساکن باقی می‌ماند}]{F < f_{s,max}} f_s = ۸N$$

ب کاهش

۳۹ -

$$\frac{W_۲}{W_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \rightarrow \frac{W_۲}{W_۱} = (\frac{R_e}{۶R_e})^۲ \Rightarrow \frac{W_۲}{W_۱} = \frac{۱}{۳۶}$$

۴۰ -

$$T - mg - f_D = ma \rightarrow ۶۰ - ۵۰ - ۲/۵ = ۵a \Rightarrow a = ۱/۵ \frac{m}{s^۲}$$

۴۱ - مکعب چوبی با جرم معین را بر روی سطح افقی قرار می‌دهیم و یک سر نیروسنج را به آن مکعب می‌بندیم. سپس به کمک نیروسنج مکعب را می‌کشیم و رفته‌رفته اندازهٔ نیرو را بیشتر می‌کنیم تا مکعب در آستانهٔ حرکت قرار بگیرد. در این حالت نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر مکعب بیشینه است و داریم:

$$\mu_s mg = F$$

۴۲ -

$$g = G\frac{M_e}{r^۲} \quad , \quad \frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$\frac{g_۲}{۱۰} = (\frac{R_e}{۲R_e})^۲ \rightarrow g = ۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$

۴۳ -

الف درست

ب نادرست

پ نادرست

ت نادرست

۴۴ -

$F_e = f_k \rightarrow f_k = k\Delta x \rightarrow f_k = ۸۰ \times ۰/۱ = ۸N$

$F_N = mg = ۰/۶ \times ۱۰ = ۶N$

$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \rightarrow R = \sqrt{۳۶ + ۶۴} = ۱۰N$

۴۵ -

$|\Delta p| = |m\Delta v| \rightarrow |\Delta p| = |۰/۲(-۱۸ - ۱۲)| \rightarrow |\Delta p| = ۶\frac{kg \cdot m}{s}$