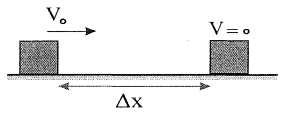
دبیرستان احسان

پاسخنامه آزمون فیزیک (ریاضی) - **مطابق آزمون شماره ۳ گزینه دو** (98T0615)

۱- (۴) (۳) (۲) (۱) 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 $\frac{F}{3}$ کاهش یابد شتاب نیز $\frac{a}{3}$ 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 نیوتن جسم به حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت ادامه حرکت می‌دهد.

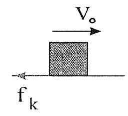
۲- (۴) (۳) (۲) (۱) با توجه به اینکه پس از پرتاب تنها نیروی مؤثر بر جسم‌ها در راستای افقی، نیروی اصطکاک است، پس حرکت جسم‌ها کند شونده بوده و پس از طی مسافت Δx متوقف می‌شوند.



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

$$V^2 - V_\circ^2 = 2a\Delta x_{\text{توقف}} \xrightarrow{V=0} \Delta x_{\text{توقف}} = \frac{-V_\circ^2}{2a} = \frac{V_\circ^2}{2\mu_k g}$$

$$\frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{V_{\circ A}^2}{V_{\circ B}^2} \times \frac{\mu_{k_B}}{\mu_{k_A}} \xrightarrow[\mu_{kA}=2\mu_{kB}]{V_{\circ A}=V_{\circ B}} \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{1}{2}$$



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

۳- (۴) (۳) (۲) (۱) در مورد برآیند سه بردار (نیرو) می توان گفت:

بیشینه: در حالتی رخ می‌دهد که بردارها دریک جهت باشند:

$$\left|\vec F_{net}\right| = \left|\vec F_1\right| + \left|\vec F_2\right| + \left|\vec F_3\right| \Rightarrow F_{net\max} = 15N$$

کمینه: اگر سه بردار تشکیل مثلث بدهند (مجموع اندازه هر ۲ بردار از بردار سوم بیش‌تر شود) می توان نتیجه گرفت که کم‌ترین مقدار برآیند این بردارها می‌تواند صفر باشد. که در این سوال این شرط برقرار است. بنابراین:

$$F_{net\min} = 0$$

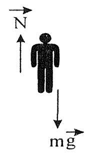
با توجه به توضیحات بالا می توان گفت:

$$\left.\begin{aligned} F_{net\max} = m a_{\max} \Rightarrow 15 = 1 a_{\max} \Rightarrow a_{\max} = 15\frac{m}{s^2} \\ F_{net\min} = m a_{\max} \Rightarrow 0 = 1 a_{\max} \Rightarrow a_{\min} = 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow a_{\max} - a_{\min} = 15$$

۴- (۴) (۳) (۲) (۱) الف) مرحلهٔ تندشونده:

$$N - mg = ma \Rightarrow N = m(g+a) \quad (*)$$

ب) مرحلهٔ کندشونده:



$$mg - N' = m\,|a'| \Rightarrow N' = m(g - |a'|) \quad (**)$$

$$a = \frac{v - 0}{t' - 0} \Rightarrow v = at' \quad (1)$$

$$a' = \frac{0 - v}{t'' - t'} \Rightarrow -v = a'(t'' - t') \quad (2)$$

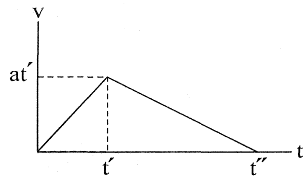
$$(1),(2) \xrightarrow{a=2|a'|} 2t' = t'' - t' \Rightarrow t'' = 3t' \xrightarrow{t''=9s} t' = 3s$$

$$\Delta x = S = \frac{at' \times t''}{2} \xrightarrow[\Delta x=18m]{t''=3t'=9s} 36 = 3 \times 9 \times a$$

$$\Rightarrow a = \frac{4}{3} m/s^2 \Rightarrow |a'| = \frac{2}{3} m/s^2$$

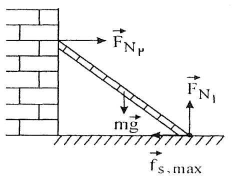
$$(*),(**) \Rightarrow N - N' = m(a + |a'|)$$

$$\xrightarrow[|a'|=\frac{2}{3}m/s^2]{a=\frac{4}{3}m/s^2,\ m=60kg} N - N' = 60 \times \left(\frac{4}{3} + \frac{2}{3}\right) = 120N$$



۵- (۴) (۳) (۲) (۱)

چون نردبان در آستانهٔ سُر خوردن (حرکت) است. بنابراین نیروی خالص وارد بر نردبان در دو راستای افقی و عمودی صفر است، بنابراین داریم:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow \begin{cases} (F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_{N_1} = mg = 200N \\ (F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_{N_2} = f_{s,max} \quad (*) \end{cases}$$

اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_1} = 0{,}75 \times 200 = 150N$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{*} F_{N_2} = f_{s,max} = 150N$$

از طرف سطح افقی دو نیروی عمود بر هم $\vec F_{N_1}$ و $\vec f_{s,max}$ بر نردبان وارد می‌شود، بنابراین:

$$R = \sqrt{F_{N_1}^2 + f_{s,max}^2} = \sqrt{200^2 + 150^2} = 250N$$

در نهایت می‌توان نوشت:

$$\frac{F_{N_2}}{R} = \frac{150}{250} = \frac{3}{5}$$

۶- (۴) (۳) **(۲)** (۱) نیرویی که افراد به طناب وارد می‌کنند یکسان است. پس نیروی وارد بر دو گروه نیز یکسان است.

$$m_۱ = m \qquad m_۲ = ۲m$$

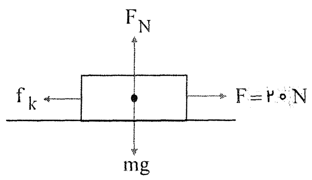
$$\Rightarrow F_۱ = F_۲ \qquad m \times a_۱ = ۲ma_۲ \Rightarrow a_۱ = ۲a_۲$$

$$\begin{cases} \Delta x_۱ = \frac{۱}{۲}a_۱t^۲ \\ \Delta x_۲ = \frac{۱}{۲}a_۲t^۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta x_۱}{\Delta x_۲} = \frac{a_۱}{a_۲} = ۲$$

$$\begin{cases} \Delta x_۱ = ۲\Delta x_۲ \\ \Delta x_۱ = \Delta x_۲ = ۳۰ \\ \Delta x_۱ = ۲۰m \end{cases}$$

چون گروه اول در مکان $x = ۰$ بوده‌اند پس در $x = ۲۰m$ دو گروه به‌هم می‌رسند.

۷- (۴) **(۳)** (۲) (۱) با توجه به شکل رو به‌رو شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k F_N = ma_۱$$

$$\Rightarrow F - \mu_k mg = ma_۱ \Rightarrow ۲۰ - ۰٫۳ \times ۴ \times ۱۰ = ۴ \times a_۱ \Rightarrow a_۱ = ۲\frac{m}{s^۲}$$

سرعت جسم در لحظه ی $t = ۳s$ برابر است با:

$$V_۱ = a_۱t + V_۰ \Rightarrow V_۱ = ۲ \times ۳ + ۰ = ۶\frac{m}{s}$$

در نتیجه جابه جایی جسم بعد از $۳s$ برابر است با:

$$\Delta x_۱ = \frac{V_۰ + V_۱}{۲} \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta x_۱ = \frac{۰ + ۶}{۲} \times ۳ = ۹m$$

اگر در این لحظه $(t = ۳s)$ نیروی F قطع شود. جسم در اثر نیروی اصطکاک جنبشی بعد از مدتی متوقف می شود که می توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow ۰ - f_k = ma_۲ \Rightarrow -\mu_k mg = ma_۲ \Rightarrow a_۲ = -۰٫۳ \times ۱۰ = -۳\frac{m}{s^۲}$$

بنابراین جابه جایی جسم از لحظه ی $t = ۳s$ تا توقف کامل برابر است با:

$$V_۲^{\,۲} - V_۱^{\,۲} = ۲a_۲\Delta x_۲ \Rightarrow ۰ - (۶)^۲ = ۲(-۳) \times \Delta x_۲ \Rightarrow \Delta x_۲ = ۶m$$

در نتیجه کل جابه جایی جسم از شروع حرکت تا توقف کامل برابر است با:

$$\Delta x_{کل} = \Delta x_۱ + \Delta x_۲ = ۹ + ۶ = ۱۵m$$

۸- (۴) (۳) **(۲)** (۱)

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{net} = ۵(-۴\vec{i} + ۳\vec{j}) \Rightarrow \vec{F}_{net} = -۲۰\vec{i} + ۱۵\vec{j}$$

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ + \vec{F}_۳ \Rightarrow -۲۰\vec{i} + ۱۵\vec{j} = -۱۵\vec{i} + ۸\vec{j} - ۲۱\vec{i} + ۱۹\vec{j} + \vec{F}_۳$$

$$\vec{F}_۳ = -۲۰\vec{i} + ۱۵\vec{j} + ۱۵\vec{i} - ۸\vec{j} + ۲۱\vec{i} - ۱۹\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_۳ = ۱۶\vec{i} - ۱۲\vec{j}$$

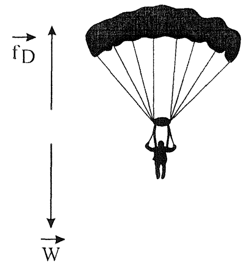
$$\Rightarrow F_۳ = \sqrt{(۱۶)^۲ + (-۱۲)^۲} = ۲۰N$$

۹- (۴) **(۳)** (۲) (۱) مبداء را محل رها کردن گلوله ها فرض کردیم. زمان حرکت اولی t و دومی $(t - ۲٫۵)$ می باشد و در این صورت با انتخاب جهت مثبت محور y ها رو به پایین داریم:

$$y_۱ - y_۲ = ۶۸٫۷۵ \Rightarrow \frac{۱}{۲}gt^۲ - (\frac{۱}{۲}g(t - ۲٫۵)^۲) = ۶۸٫۷۵$$

$$\Rightarrow ۲۵t - ۳۱٫۲۵ = ۶۸٫۷۵ \Rightarrow ۲۵t = ۱۰۰ \Rightarrow t = ۴s$$

۱۰- (۱۵) (۴) (۳) **(۲)** (۱) با توجه به رابطهٔ نیروی مقاومت هوا و تندی، با باز شدن چتر، چترباز شتابی به سمت بالا پیدا می‌کند، با کاهش تندی چترباز، نیروی مقاومت هوا نیز کاهش می‌یابد تا جایی که اندازهٔ نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن با یکدیگر برابر می‌شوند. در این لحظه، شتاب حرکت صفر می‌شود و چترباز با تندی حدی مسیر حرکت را ادامه می‌دهد. با انتخاب جهت مثبت حرکت به سمت بالا داریم:



$$f_D - W = ma \Rightarrow a = \frac{f_D}{m} - \frac{W}{m}$$

$$\xrightarrow[f_D = ۵v^۲\ ,\ g = ۱۰\ N/kg]{W = mg\ ,\ m = ۸۰kg} a = \frac{۵v^۲}{۸۰} - ۱۰ \xrightarrow{a = ۰} v^۲ = ۱۶۰$$

$$\Rightarrow |v| = ۴\sqrt{۱۰}\ m/s$$

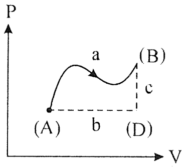
در لحظهٔ باز شدن چتر بزرگی شتاب چترباز بیشینهٔ مقدار را دارد:

$$a = \frac{f_D}{m} - g \xrightarrow[v = ۲۰\ m/s]{m = ۸۰kg\ ,\ f_D = ۵v^۲} a_{\max} = \frac{۵ \times ۲۰^۲}{۸۰} - ۱۰ = ۱۵\ m/s^۲$$

۱۱- (۴) **(۳)** (۲) (۱) قدم به قدم:

۱) اثبات می‌شود تغییر انرژی درونی هر گاز کامل وقتی از حالت $(P_۱, V_۱)$ به حالت $(P_۲, V_۲)$ می‌رسد (صرف‌نظر از نوع فرآیند یا فرآیندهای طی شده) از تساوی زیر به دست می‌آید:

$$\Delta U = nC_V\Delta T$$



به عنوان نمونه فرض کنید در طی فرآیند a از (۱) به (۲) می‌رویم. به جای مسیر ناشناختهٔ (a) مسیرهای جایگزین b و c را انتخاب می‌کنیم:

$$\Delta U_a = \overbrace{\Delta U_b}^{\text{هم‌فشار}} + \overbrace{\Delta U_c}^{\text{هم‌حجم}} = (Q_b + W_b) + (Q_c + \cancel{W_C}^{\circ}) = nC_p\Delta T_b - \underbrace{P_b\Delta V_b}_{nR\Delta T_b} + nC_V\Delta T_c$$

$$\Rightarrow \Delta U_a = n(\underbrace{C_P - R}_{C_V})\Delta(T_B + nC_V\Delta T_C = nC_V(T_D - T_A) + nC_V(T_B - T_D) = nC_V(T_B - T_A)$$

$$\Rightarrow \Delta U_a = nC_V\Delta T_{AB}\begin{cases} \text{اگر گاز تک اتمی باشد} \rightarrow \Delta U_a = \frac{۳}{۲}nR(T_B - T_A) \\ \text{اگر گاز دو اتمی باشد}\,\Delta U_a = \frac{۵}{۲}nR(T_B - T_A)\cdots \end{cases}$$

۲) طبق مطلب قبل:

$$\Delta U_{abc} = \frac{۳}{۲}nR(T_c - T_a) = \frac{۳}{۲}\cancel{nR}\left(\frac{P_cV_c}{\cancel{nR}} - \frac{P_AV_a)}{\cancel{nR}}\right) = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_aV_a)$$

$$\rightarrow \Delta U_{abc} = \frac{۳}{۲}(\underbrace{۶ \times ۱۰^۵ \times ۶ \times ۱۰^{-۳}}_{۳۶۰۰} - ۲ \times \underbrace{۱۰^۵ \times ۲ \times ۱۰^{-۳}}_{۴۰۰}) = \frac{۳}{۲} \times ۳۲۰۰ = ۴۸۰۰J$$

۳) برای محاسبهٔ کار انجام شده مساحت زیر نمودار $P \cdot V$ را محاسبه می‌کنیم:

$$|W| = \frac{۱}{۲}(۱۰^{-۳}(۸ \times ۱۰^۵) + ۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۶ \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow |W| = ۲۲۰۰J$$

$$\Rightarrow \Delta U = W + Q \Rightarrow ۴۸۰۰ = -۲۲۰۰ + Q \Rightarrow Q = ۷۰۰۰J$$

۱۲- (۱) (۲) (۳) (۴) اول) دو فرآیند هم‌فشار هستند. هر دو فرآیند از دمای $T_۱$ به دمای $T_۲$ رسیده‌اند. یعنی ΔT برای هر دو فرآیند یکسان است. برای مقدار معینی گاز کامل انرژی درونی گاز (U) فقط تابع دمای مطلق (T) گاز کامل است:

$$\begin{cases} \Delta U_a = \Delta U_b \\ \text{هر دو یک گاز هستند}\cdot \end{cases}$$

دوم) تعداد مول و جنس گاز یکسان است. چون ΔT نیز یکسان است:

$$Q = \underbrace{nC_P\Delta T}_{\text{یکسان است}\cdot} \rightarrow Q_a = Q_b$$

سوم) طبق قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U_a = \Delta U_b \rightarrow \cancel{Q_a} + W_a = \cancel{Q_b} + W_b$$

$$\rightarrow W_a = W_b \rightarrow -S_a = -S_b \rightarrow S_a = S_b \rightarrow S_۱ = S_۲$$

۱۳- (۱) (۲) (۳) (۴)

باتوجه به قوانین گازها می‌دانیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow[\substack{T_۱ = ۲۷۳+۲۷=۳۰۰K \\ T_۲ = ۲۷۳+۸۷=۳۶۰K}]{P_۱ = P_۲} \frac{V_۱}{۳۰۰} = \frac{V_۲}{۳۶۰} \Rightarrow V_۲ = ۱/۲V_۱$$

درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۲V_۱ - V_۱}{V_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۰/۲V_۱}{V_۱} \times ۱۰۰ = ۲۰\%$$

۱۴- (۱) (۲) (۳) (۴) در یک چرخه‌ی کامل تغییر انرژی درونی صفر است و فرایند AB هم دما است.

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow \underbrace{Q_{AB} + W_{AB}}_{۰} + \underbrace{Q_{CA}}_{۰} + W_{CA} + Q_{BC} + \underbrace{W_{BC}}_{۰} = ۰$$

$$W_{CA} + Q_{BC} = ۰ \Rightarrow W_{CA} = -Q_{BC}$$

۱۵- (۱) (۲) (۳) (۴) چون دمای گاز در حالت‌های A و C برابر است، انرژی درونی گاز در انتهای مسیر ABC نسبت به ابتدای آن تغییر نمی‌کند و داریم:

$$\Delta U_{ABC} = W_{ABC} + Q_{ABC} = ۰ \Rightarrow W_{AB} + W_{BC} + Q_{ABC} = ۰$$

فرایند AB فرایندی هم‌فشار است و کاری که محیط روی گاز طی این فرایند انجام می‌دهد برابر است با:

$$W_{AB} = -P\Delta V = -۲ \times ۱۰^۵ \times (۳ - ۷) \times ۱۰^{-۳} = ۸۰۰J$$

همچنین فرایند BC یک فرایند هم حجم است، در نتیجه $W_BC = ۰$ بنابراین داریم:

$$W_{AB} + W_{BC} + Q_{ABC} = ۰ \Rightarrow ۸۰۰ + ۰ + Q_{ABC} = ۰ \Rightarrow Q_{ABC} = -۸۰۰J$$

۱۶- (۱) (۲) (۳) (۴)

$$\eta_{\max} = ۱ - \frac{T_L}{T_H} = ۱ - \frac{۲۷ + ۲۷۳}{۶۲۷ + ۲۷۳} = ۱ - \frac{۳۰۰}{۹۰۰} = \frac{۲}{۳}$$

$$\eta_{\max} = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۲}{۳} = \frac{|W|}{۱/۲۶ \times ۱۰^۷} \Rightarrow |W| = ۰/۸۴ \times ۱۰^۷ = ۸/۴ \times ۱۰^۶J$$

$$Q_H = |Q_L| + |W| \Rightarrow |Q_L| = Q_H - |W| = ۱/۲۶ \times ۱۰^۷ - ۰/۸۴ \times ۱۰^۷$$
$$= ۰/۴۲ \times ۱۰^۷ = ۴/۲ \times ۱۰^۶J$$