

پاسخنامه تشریحی

۱

ابتدا انرژی جنبشی چتر باز را در دو وضعیت پریدن از بالون و همچنین رسیدن به سطح زمین به دست می آوریم. با توجه به اطلاعات داده شده و همچنین رابطه انرژی جنبشی داریم:

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(75.0 \text{ kg})(1.20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 54.0 \text{ J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(75.0 \text{ kg})(4.80 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 864 \text{ J}$$

همان طور که در شکل دیده می شود، در طول حرکت چتر باز، دو نیروی وزن و مقاومت هوا به او وارد می شود. نیروی وزن در جهت جابه جایی و نیروی مقاومت برخلاف جابه جایی است. بنابراین، کار کل برابر مجموع کار این دو نیرو است. به این ترتیب، از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = 864 \text{ J} - 54.0 \text{ J} = 810 \times 10^2 \text{ J}$$

با پیدا کردن کار نیروی وزن (mg) و جایگذاری آن در عبارت بالا، کار نیروی مقاومت هوا را به دست می آوریم. از رابطه کار نیروی ثابت داریم:

$$W_{\text{وزن}} = mgd = (75.0 \text{ kg})(9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(80.0 \text{ m}) = 588 \times 10^2 \text{ J}$$

به این ترتیب، کار نیروی مقاومت هوا برابر است با:

$$588 \times 10^2 \text{ J} + W_{\text{مقاومت هوا}} = 810 \text{ J} \Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} \simeq -5.12 \times 10^5 \text{ J}$$

توجه کنید برای اینکه چتر باز به طور ایمن و با تندی نسبتاً کمی به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا اثر کار نیروی وزن را تقریباً خنثی کرده است.

۲

$$\frac{w_{\text{مفید}}}{w_{\text{مفید}}} \times 100 = \text{بازده} \quad , \quad \frac{\frac{1}{2} \times m \times v^2}{1000} \times 100 \Rightarrow \frac{\frac{1}{2} \times 20 \times 81}{1000} = 81\%$$

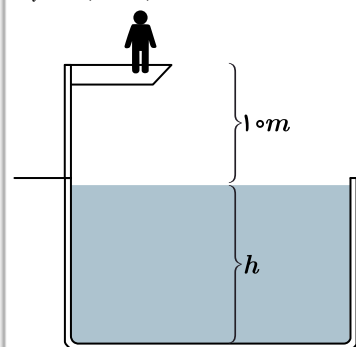
۳

کف استخر را به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی در نظر می گیریم. با فرض اینکه تندی شناگر، درست در هنگام رسیدن به کف استخر صفر می شود، رابطه کار و انرژی درونی را برای آن می نویسیم:

$$W_f = E_2 - E_1$$

موقع رسیدن شناگر به کف استخر، هر دو انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی صفر می شود ($E_2 = 0$) و چون نیروی f تنها در طول h اثر می کند و

جهتش برعکس جهت جابه جایی است، حالا می توانیم بنویسیم:



$$W_f = -fh = \cancel{E_2} - E_1 \Rightarrow -2125 = -(U_1 + K_1) \Rightarrow 2125h = mg(1.0 + h) + \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow 2125h = 100 \times 10(1.0 + h) + \frac{1}{2} \times 100 \times 5^2 = 10000 + 1000h \Rightarrow 1125h = 11250 \Rightarrow h = 1.0 \text{ m}$$

۴

گام اول: نیروی f و جابه جایی (d) و زاویه بین نیرو و جابه جایی برای هر دو چتر باز یکسان است، بنابراین کار نیروی مقاومت هوا بر روی آنها با هم برابر است.

$$W_{f1} = W_{f2}$$

گام دوم: کار نیروی اتلافی مقاومت هوا روی هر چتر باز با تغییر انرژی مکانیکی آن برابر است:

$$\text{چتر باز اول: } E_1' - E_1 = W_{f1} \Rightarrow (\cancel{U_1'} + K_1') - (U_1 + \cancel{K_1}) \\ = K_1' - U_1 = W_{f1} \Rightarrow K_1' = W_{f1} + U_1$$

$$\text{چتر باز دوم: } E_2' - E_2 = W_{f2} \Rightarrow (\cancel{U_2'} + K_2') - (U_2 + \cancel{K_2}) \\ = K_2' - U_2 = W_{f2} \Rightarrow K_2' = W_{f2} + U_2$$

گام سوم: انرژی های پتانسیل گرانشی را با توجه به جرم چتر بازها نوشته و انرژی های جنبشی را با هم مقایسه می کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} K_1' = W_{f1} + mgh \\ K_2' = W_{f2} + 2mgh \end{array} \right\} \xrightarrow{W_{f1}=W_{f2}} K_1' < K_2'$$

$$E \times 0.75 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$\Rightarrow E \times 0.75 = \frac{1}{2} \times (600 \text{ kg}) \times \left(\frac{5 \text{ m}}{s}\right)^2 + (600 \text{ kg}) \times \left(10 \frac{N}{kg}\right) \times (10 \text{ m}) = 7500 \text{ J} + 60000 \text{ J} = 67500 \text{ J}$$

$$\Rightarrow E = \frac{67500 \times 10^4 \text{ J}}{0.75} = 9 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \text{انرژی مصرفی در هر ساعت: } E = 60 \times 9 \times 10^4 \text{ J} = 5.4 \times 10^6 \text{ J}$$

۶ کار کل برابر با تغییر انرژی جنبشی است، بنابراین پاسخ در دو حالت یکسان می‌شود.

$$W_t = K_f - K_i = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2}(20 \text{ kg})(0 - (10 \text{ m/s})^2) = -100 \text{ J}$$

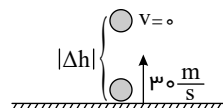
توجه: تفاوت دو حالت، در مقدار بالا رفتن جسم‌ها است.

۷

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow W_f + W_{mg} = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Rightarrow f \times |\Delta h| \times \cos 180^\circ - mg|\Delta h| = -\frac{1}{2} \times 2 \times (30)^2$$

$$\Rightarrow -10|\Delta h| - 20|\Delta h| = -900 \Rightarrow |\Delta h| = 30 \text{ m}$$



۸ در حرکت جسم بر روی سطح شیب‌دار، دو نیروی وزن و اصطکاک بر روی جسم کار انجام می‌دهند. بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{f_k} = K_f - K_i \xrightarrow{K_f=0} -mgh - f_k d = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\xrightarrow{h=d \times \sin 30^\circ} -2 \times 10 \times \left(\frac{1}{2} \times d\right) - 40d = -\frac{1}{2} \times 2 \times 400 \Rightarrow -50d = -400 \Rightarrow d = 8 \text{ m}$$

۹

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow W_{mg} + W_f = K_f - K_i$$

$$\Rightarrow +mg|\Delta h| + W_f = \frac{1}{2} \times 2 \times 6^2 - \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 \Rightarrow 20 \times \left(4 \times \frac{1}{2}\right) + W_f = 20 \Rightarrow W_f = -20 \text{ J}$$

۱۰ با توجه به تعریف بازده، ابتدا بازده ماشین A را محاسبه می‌کنیم:

$$A \text{ بازده ماشین} = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{9}{12} = 0.75$$

چون بازده ماشین B، برابر با $\frac{3}{5}$ بازده ماشین A است، داریم:

$$B \text{ بازده ماشین} = \frac{3}{5} \times 0.75 = 0.45$$

حالا رابطه بازده را برای ماشین B می‌نویسیم:

$$B \text{ بازده ماشین} = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{ورودی}}} \Rightarrow 0.45 = \frac{1800}{E_{\text{ورودی}}} \Rightarrow E_{\text{ورودی}} = \frac{1800}{0.45} = 4000 \text{ J}$$

۱۱

$$Q = |mc\Delta\theta| + |mL_f| \quad Q = |0.2 \times 4200 \times 10| + |0.2 \times 333600|$$

$$Q = 8400 + 66720 = 75120 \text{ J}$$

۱۲ کار نیروی وزن $W = mgh$ می‌باشد.

$$W = Q \Rightarrow mgh = Q \Rightarrow (1 \text{ kg})\left(10 \frac{N}{kg}\right) \times h = (50 \text{ cal})\left(4.2 \frac{J}{\text{cal}}\right) \Rightarrow 10h = 210 \Rightarrow h = 21 \text{ m}$$

۱۳

$$Q = \frac{1}{2}K \Rightarrow \mathcal{M} c\Delta T = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \mathcal{M} v^2 \Rightarrow \left(130 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}\right)\Delta T = \frac{1}{4} \times \left(200 \frac{m}{s}\right)^2 \Rightarrow \Delta T = \frac{10000}{130} \simeq 77 \Rightarrow \Delta T = 77 \text{ K} \Rightarrow \Delta\theta = 77^\circ \text{ C}$$

۱۴ افزایش دما باعث افزایش تندی مولکول‌ها می‌شود، بنابراین تعداد مولکول‌هایی که از سطح مایع فرار می‌کنند، بیشتر می‌شود. افزایش سطح باعث می‌شود، تعداد مولکول‌هایی که می‌توانند از سطح فرار کنند بیشتر باشد، بنابراین آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

۱۵ اول ببینیم حجم اولیه این استوانه فلزی چقدر است:

$$V_1 = \pi r^2 h = 3 \times (5)^2 \times 40 \text{ cm}^3 = 3000 \text{ cm}^3$$

حالا مثل سؤال‌های قبل، صرفاً یک جای‌گذاری ساده پیش رویمان است:

$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta = 3 \times (12 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times (3000 \text{ cm}^3) \times \underbrace{(60 - 10)}_{50^\circ\text{C}} \Rightarrow \Delta V = 576 \text{ cm}^3$$

۱۶ در این سؤال، هم مخزن انبساط می‌یابد هم روغن؛ پس ابتدا باید انبساط ظاهری را به دست آوریم:

$$\Delta V = (\beta - 3\alpha) V_1 \Delta T$$

$$\Delta V = (5 \times 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} - 3 \times 4 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}) \times 60 \text{ cm}^3 \times 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = 1716 \text{ cm}^3$$

اکنون ببینیم ارتفاع این حجم از روغن در لوله، چند سانتی‌متر است:

$$\Delta V = A \Delta h \Rightarrow 1716 = 0.2 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 858 \text{ cm}$$

۱۷

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow 1503 - 1500 = \alpha \times 1500 \times (60 - 20) \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$V_1 = 20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3 = 8000 \text{ cm}^3$$

$$V_r = V_1 + \Delta V \Rightarrow V_r = V_1 + 3\alpha V_1 \Delta T \Rightarrow V_r = 8000 + 3 \times 5 \times 10^{-5} \times 8000 \times 10^{-5} \times 8000 \times (90 - 30)$$

$$\Rightarrow V_r = 8000 + 96 = 8096 \text{ cm}^3$$

۱۸ با توجه به اطلاعات سؤال و توجه به این نکته که انرژی گرمایی قطعه آلومینیم به اندازه‌ای نیست که بتواند موجب تغییر حالت آب به بخار گردد، دمای تعادل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\theta = \frac{A\theta_o + m_w c_w \theta_o + m_{Al} c_{Al} \theta_{Al}}{A + m_w c_w + m_{Al} c_{Al}}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{2550 \times 15 + 5 \times 4200 \times 15 + 0.5 \times 900 \times 175}{2550 + 5 \times 4200 + 0.5 \times 900}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{38250 + 315000 + 78750}{24000} \Rightarrow \theta = 18^\circ\text{C}$$

۱۹

$$Q_1 + Q_r = 0 \rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_r c_r (\theta - \theta_r) = 0$$

$$\rightarrow 0.4 \times 4200 \times (18 - 20) + 0.2 c_x \times (18 - 5) = 0 \Rightarrow c_x = 1292 / 3 \frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$$

۲۰

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \xrightarrow[V_r=19600L]{V_1=20000L} 19600 - 20000 = 10^{-3} \times 20000 \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = -20 K \xrightarrow[\Delta F = -\frac{\Delta\theta}{\delta}]{\Delta T = \Delta\theta} \Delta F = \frac{q}{\delta} \times (-20) = -36^\circ F$$