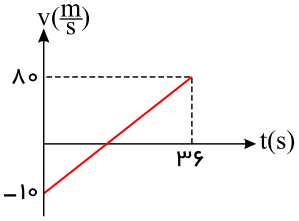
نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: بازده و توان ادونس

۱ نمودار سرعت زمان متحرکی به جرم $۴kg$ مطابق شکل مقابل است. توان متوسط متحرک در مدت $۲۰s$ چند وات است؟



۱) ۱۵۰

۲) ۶۳۰

۳) ۶۴۰

۴) ۶۵۰

۲ یک پمپ آب در مدت ۲ دقیقه می‌تواند $۲۴۰۰kg$ آب را از حالت سکون از چاهی به عمق ۱۰ متر بالا کشیده و با تندی $۵\frac{m}{s}$ از دهانهٔ لوله روی سطح زمین بیرون می‌ریزد. با تغییر در ساختار پمپ عملکرد آن تغییر کرده، به‌طوری که زمان خروج این مقدار آب $۴۰s$ کمتر می‌شود و تندی خروج آب نیز $۱۰\frac{m}{s}$ می‌شود. در این حالت، توان پمپ چند درصد افزایش می‌یابد؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

۳ یک پمپ آب با توان $۲kW$ در مدت ۱۰ دقیقه، چند متر مکعب آب را از عمق ۱۰ متری سطح زمین به حداکثر ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین در راستای قائم جابه‌جا می‌کند؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳})$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴ آب ذخیره‌شده در پشت یک سد آبی باعث به کار افتادن یک توربین تولید برق می‌شود. اگر ۸۰ درصد کار نیروی گرانشی به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه باید چند مترمکعب آب از ارتفاع ۹ متری روی توربین بریزد تا توان خروجی توربین ۱۸۰ مگاوات شود؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱gr/cm^۳ \ , \ g = ۱۰m/s^۲)$

۱) ۲۵۰۰۰ ۲) ۲۵۰۰ ۳) ۱۶۰۰۰ ۴) ۱۶۰۰

۵ بازده موتور خودرویی که با تندی ثابت $۱۰۰\frac{km}{h}$ حرکت می‌کند، ۳۰٪ است. اگر توان خروجی خودرو در هر $۲۰۰km$ جابه‌جایی برابر $۸۴kW$ باشد، این خودرو در هر $۲۰۰km$، چند لیتر بنزین مصرف می‌کند؟ (انرژی شیمیایی بنزین را $۱۴۰\frac{MJ}{L}$ فرض کنید.)

۱) ۱٫۸ ۲) ۳٫۶ ۳) ۷٫۲ ۴) ۱۴٫۴

۶ اتومبیلی به جرم $۹۰۰kg$ در یک جادهٔ افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از $۱۰s$ سرعت آن به $۷۲km/h$ می‌رسد. توان متوسط اتومبیل چند کیلووات است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت اتومبیل را نادیده بگیرید.)

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۳۰ ۴) ۳۶

۷ پمپ آبی در هر دقیقه ۳ مترمکعب آب رودخانه‌ای را به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه ۲۴ متر است. اگر توان ورودی پمپ ۲۰ کیلووات باشد، بازدلأ پمپ چند درصد است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و $\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳}$)

۱) ۷۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۳۰

۸ بازدهٔ یک پمپ برقی با توان ورودی $۱٫۲\ kW$ برابر ۵۰ درصد است. این پمپ در مدت ۱۰ دقیقه، چند لیتر آب را با سرعت ثابت از عمق ۲ متری سطح زمین به ارتفاع ۶ متری سطح زمین می‌برد؟

۱) $۶۰۰۰L$ ۲) $۱۸۰۰L$ ۳) $۴۵۰۰L$ ۴) $۸۰۰۰L$

۹ ارتفاع یک سد خاکی ۱۵۰ متر است. در پایین این سد مولدی با توان $۱۵۰MW$ برق تولید می‌کند. اگر ۷۵ درصد کار نیروی وزن آب به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند مترمکعب آب روی پره‌های توربین ریخته شده است؟ ($\rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$, $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

۱) $\frac{۴۵۰}{۳}$ ۲) $\frac{۴۰۰}{۳}$ ۳) $\frac{۴۵}{۳}$ ۴) $\frac{۴۰}{۳}$

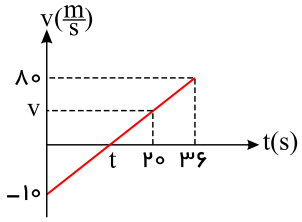
۱۰ یک پمپ الکتریکی با بازدهٔ ۷۵ درصد، $۵۰kg$ آب را از عمق ۴۰ متری سطح زمین بالا آورده و با سرعت $۲۰m/s$ بیرون می‌ریزد، اگر توان کل پمپ برابر $۴kW$ باشد، مدت زمان لازم برای بالا آوردن آب چند ثانیه است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

۱) $\frac{۲۰}{۳}s$ ۲) $\frac{۱۰}{۳}s$ ۳) $۱۰s$ ۴) $\frac{۴۰}{۳}s$

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

سرعت در لحظهٔ $t = ۲۰s$ را نداریم. برای این منظور مراحل زیر را طی می‌نماییم:



اول t را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۸۰}{۱۰} = \frac{۳۶ - t}{t}$$

$$۸t = ۳۶ - t \rightarrow t = ۴s$$

سپس v را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۸۰}{v} = \frac{۳۶ - ۴}{۲۰ - ۴} \rightarrow v = ۴۰m/s$$

$$P = \frac{\Delta K}{t} = \frac{\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)}{t} \rightarrow P = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۴(۴۰^۲ - ۱۰^۲)}{۲۰} = ۱۵۰W$$

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا توان پمپ را در هر مرحله با توجه به قضیهٔ کار- انرژی جنبشی به دست می‌آوریم. دقت کنید که کار نیروی پمپ برابر است با مجموع اندازهٔ کار نیروی وزن و افزایش انرژی جنبشی آب:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{\text{پمپ}} + W_{\text{وزن}} = \Delta K \Rightarrow W_{\text{پمپ}} - mgh = K_۲ - \cancel{K_۱} \Rightarrow W_{\text{پمپ}} = mgh + K_۲$$

در حالت اول : $W_{\text{پمپ}} = (۲۴۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰) + (\frac{۱}{۲} \times ۲۴۰۰ \times (۵)^۲) = ۲۷۰۰۰۰J$

$$P_{\text{پمپ}} = \frac{۲۷۰۰۰۰}{۱۲۰} = ۲۲۵۰W$$

در حالت دوم : $W'_{\text{پمپ}} = (۲۴۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰) + (\frac{۱}{۲}) \times (۲۴۰۰ \times (۱۰)^۲) = ۳۶۰۰۰۰J$

$$P'_{\text{پمپ}} = \frac{۳۶۰۰۰۰}{۸۰} = ۴۵۰۰W$$

درصد افزایش توان پمپ برابر است با:

$$\text{درصد افزایش توان پمپ} = \frac{P'_{\text{پمپ}} - P_{\text{پمپ}}}{P_{\text{پمپ}}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۵۰۰ - ۲۲۵۰}{۲۲۵۰} \times ۱۰۰ = ۱۰۰\%$$

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

از ۱۰ متری زیرزمین تا ۲۰ متری بالای زمین، آب به اندازهٔ ۳۰ متر جابه‌جا می‌شود. در حداکثر ارتفاع، تندی آب صفر است. بنابراین داریم:

$$W = Pt = ۲۰۰۰ \times ۱۰ \times ۶۰ = ۱۲ \times ۱۰^۵J$$

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = ۰$$

$$W_{\text{پمپ}} = -W_{mg} = -(-mg\Delta h) \xrightarrow{\Delta h = ۳۰m} ۱۲ \times ۱۰^۵ = m \times ۱۰ \times ۳۰$$

$$\Rightarrow m = \frac{۱۲ \times ۱۰^۵}{۳ \times ۱۰^۲} = ۴۰۰۰kg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۴۰۰۰}{V} \rightarrow V = ۴m^۳$$

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

$$Ra = \frac{P'_{\text{خروجی}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{۸}{۱۰} = \frac{۱۸۰ \times ۱۰^۶}{P} \Rightarrow P = \frac{۱۸}{۸} \times ۱۰^۸ = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^۸W$$

$$P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow \frac{۹}{۴} \times ۱۰^۸ = \frac{m \times ۱۰ \times ۹}{۱} \Rightarrow m = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^۷kg$$

$$m = \rho V \Rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۱۰^۷ = ۱۰۰۰ \times V \Rightarrow V = \frac{۱۰^۴}{۴} = ۲۵۰۰m^۳$$

۵ ۱ ۲ ۳ **۴** در گام اول به‌کمک رابطهٔ بازده، توان ورودی (کل) موتور خودرو را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۰۰} = \frac{۸۴}{P_{\text{ورودی}}} \Rightarrow P_{\text{ورودی}} = ۲۸۰kW$$

حال، مدت زمان حرکت خودرو را در $۲۰۰km$ حساب می‌کنیم:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۲۰۰}{t} \Rightarrow t = ۲h$$

در گام بعدی، به‌کمک رابطهٔ توان، انرژی سوخت را به دست می‌آوریم.

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow ۲۸۰ = \frac{E}{۲ \times ۳۶۰۰} \Rightarrow E = ۲ \times ۲۸ \times ۳۶ \times ۱۰^{۳} kJ = ۲ \times ۲۸ \times ۳۶MJ$$

حال با یک تقسیم ساده، مقدار لیتر بنزین مصرفی محاسبه می‌شود.

$$\frac{۲ \times ۲۸ \times ۳۶MJ}{۱۴۰ \frac{MJ}{L}} = ۱۴٫۴L$$

۶ ۱ **۲** ۳ ۴ ابتدا تندی را برحسب متر بر ثانیه نوشته، سپس با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی کار کل را محاسبه و پس از آن توان متوسط را به دست می‌آوریم:

$$V = V_{۲} \frac{km}{h} = ۲۰ \frac{m}{s}$$

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲} m(v^{۲} - v_{۰}^{۲}) = \frac{۱}{۲} \times ۹۰۰(۲۰^{۲} - ۰) = ۱۸۰۰۰۰W$$

$$P_{av} = \frac{W_t}{\Delta t} = \frac{۱۸۰۰۰۰}{۱۰} \rightarrow P_{av} = ۱۸۰۰۰W = ۱۸kW$$

۷ ۱ **۲** ۳ ۴ ابتدا جرم آب، سپس توان مفید یا خروجی را محاسبه می‌کنیم و در ادامه بازدلأ پمپ را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} R_a = \frac{\text{خروجی } P}{\text{ورودی } P} \text{ و } \rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} = \frac{m}{v} = \frac{m}{۳m^{۳}} \Rightarrow m = ۳۰۰۰kg \\ \text{ورودی } P = ۲۰kW \text{ و خروجی } P = \frac{mgh}{t} = \frac{(۳۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲۴)J}{۶۰s} = ۵۰ \times ۲۴۰W \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{خروجی } P = ۱۲kW \Rightarrow R_a = \frac{۱۲kW}{۲۰kW} = \frac{۶}{۱۰} \text{ درصد } ۶۰ \text{ یا}$$

۸ ۱ ۲ **۳** ۴ در اینجا کار مفید معادل کار نیروی وزن است. بنابراین پس از یافتن توان مفید، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{اسمی}}} \times ۱۰۰ \rightarrow ۵۰ = \frac{P_{\text{مفید}}}{۱۲۰۰} \times ۱۰۰ \rightarrow P_{\text{مفید}} = ۶۰۰W$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{mgh}{t} \rightarrow ۶۰۰ = \frac{m \times ۱۰ \times (۶ + ۲)}{۱۰ \times ۶۰} \rightarrow m = ۴۵۰۰kg$$

از آنجا که حجم هر یک کیلوگرم آب برابر یک لیتر است، بنابراین پمپ موردنظر در طی ۱۰ دقیقه، ۴۵۰۰ لیتر آب را پمپاژ می‌کند.

۹ ۱ **۲** ۳ ۴ اگر کار نیروی وزن را به‌صورت $mg|\Delta h|$ محاسبه کنیم، هفتاد و پنج درصد این کار به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. بنابراین داریم:

$$\text{الکتریکی } E = \frac{۷۵}{۱۰۰} W_{mg} = \frac{۷۵}{۱۰۰} mg|\Delta h| = \frac{۳}{۴} \times m \times ۱۰ \times ۱۵۰ = ۱۱۲۵m$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \xrightarrow{W=F} ۱۵۰ \times ۱۰^{۶} = \frac{۱۱۲۵m}{۱} \Rightarrow m = \frac{۴}{۳} \times ۱۰^{۵} kg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{۵}}{V} \Rightarrow V = \frac{۴۰۰}{۳} m^{۳}$$

۱۰ ۱ ۲ **۳** ۴ با استفاده از رابطهٔ تعیین بازده، توان مفید را محاسبه می‌کنیم. سپس زمان انجام کار (که در اینجا معادل مجموع کار نیروی وزن و تغییر انرژی جنبشی است) را به دست می‌آوریم.

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \rightarrow \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{P_{\text{مفید}}}{۴۰۰۰} \rightarrow P_{\text{مفید}} = ۳۰۰۰W$$

$$P_{\text{مفید}} = \frac{mgh + \frac{۱}{۲} mv^{۲}}{t} \rightarrow ۳۰۰۰ = \frac{۵۰ \times ۱۰ \times ۴۰ + \frac{۱}{۲} \times ۵۰ \times ۲۰^{۲}}{t}$$

$$t = \frac{۲۰۰۰۰ + ۱۰۰۰۰}{۳۰۰۰} \rightarrow t = ۱۰s$$

پاسخ‌نامه کلیدی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۷ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۸ ۱ ۲ ۳ ۴	
۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۹ ۱ ۲ ۳ ۴	