فیزیک ۱

۱- گزینه «۱» ـ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر با قرینه کار نیروی وزن است؛ یعنی:

$$\Delta U_g = -W_g = -۴۰۰\,J$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی پتانسیل) (آسان)

۲- گزینه «۴» ـ به کمک رابطه $\Delta U = mg\Delta h$، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی بین نقاط را می‌توان محاسبه کرد. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی بین نقاط A و B:

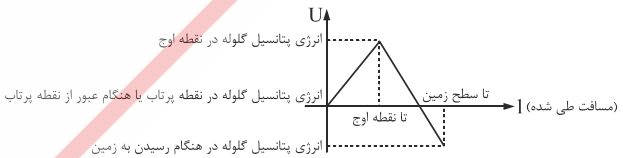
$$\Delta U_{A\to B} = U_B - U_A = mg(h_B - h_A) \Rightarrow$$
$$U_B - ۴۸۰ = (۶\,kg)(۱۰\frac{N}{kg})(۰ - ۱۲) = -۷۲۰\,J \Rightarrow U_B = -۲۴۰\,J$$

حال می‌توان اختلاف پتانسیل بین نقاط B و C را به‌دست آوریم:

$$\Delta U_{B\to C} = U_C - U_B = mg(h_C - h_B) \Rightarrow$$
$$U_C - (-۲۴۰\,J) = (۶\,kg)(۱۰\frac{N}{kg})(۴ - ۰) = ۲۴۰\,J \Rightarrow U_C = ۰\,J$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی پتانسیل) (متوسط)

۳- گزینه «۴» ـ با توجه به آن‌که نقطه پرتاب به‌عنوان مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی در نظر گرفته شده است، بنابراین نقاط بالاتر از نقطه پرتاب دارای انرژی پتانسیل بیش‌تر از صفر و نقاط پایین‌تر از نقطه پرتاب کم‌تر از صفر می‌باشد؛ بنابراین هنگامی‌که گلوله به سمت بالا جابه‌جا می‌شود، تا هنگامی‌که گلوله به نقطه اوج می‌رسد، انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد و در نقطه اوج به بیشینه مقدار می‌رسد و از این لحظه به بعد انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که به هنگام عبور گلوله از نقطه پرتاب اولیه، انرژی پتانسیل گرانشی صفر می‌شود و از این لحظه به بعد نیز انرژی پتانسیل گرانشی منفی خواهد شد، بنابراین نمودار تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برحسب مسافت طی شده مطابق شکل زیر خواهد شد.



(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی پتانسیل) (متوسط)

۴- گزینه «۲» ـ ابتدا مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع $h_۰$ نسبت به سطح زمین در نظر می‌گیریم. حال انرژی پتانسیل گرانشی هریک از دو جسم A و B را در ارتفاع مطرح شده به‌دست می‌آوریم:

$$m_A = ۴\,kg\,,\, h_A = ۱۰\,m \Rightarrow$$
$$U_A = m_A g(h_A - h_۰) = ۴\times۱۰\times(۱۰ - h_۰) = ۴۰۰ - ۴۰h_۰$$

$$m_B = ۳\,kg, h_B = ۱۵\,m \Rightarrow$$
$$U_B = m_B g(h_B - h_۰) = ۳\times۱۰\times(۱۵ - h_۰) = ۴۵۰ - ۳۰h_۰$$

با توجه به اطلاعات صورت سؤال، انرژی پتانسیل این دو جسم با یکدیگر برابر است، بنابراین داریم:

$$U_A = U_B \Rightarrow ۴۰۰ - ۴۰h_۰ = ۴۵۰ - ۳۰h_۰ \Rightarrow ۱۰h_۰ = -۵۰ \Rightarrow h_۰ = -۵\,m$$

بنابراین عمق ۵ متری سطح زمین (۵ متر پایین‌تر از سطح زمین) را به‌عنوان مبدأ سنجش انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم.

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی پتانسیل) (دشوار)

۵- گزینه «۲» ـ با توجه به نبود نیروهای اتلافی، انرژی مکانیکی گلوله پایسته است، بنابراین داریم:

$$E = k + U = \text{ثابت} \Rightarrow E = \frac{۱}{۲}mV^۲ + mgh = \frac{۱}{۲}\times۳\times۱۰^۲ + ۳\times۱۰\times۵ = ۳۰۰\,J$$

بنابراین در تمامی نقاط نیز انرژی مکانیکی گلوله همین مقدار است.

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ پایستگی انرژی مکانیکی) (آسان)

۶- گزینه «۲» ـ طول طناب بین دو وزنه ثابت است، بنابراین میزان جابه‌جایی‌های دو وزنه در یک بازه زمانی معین با یکدیگر برابر است؛ در نتیجه این دو وزنه همواره تندی‌های برابری خواهند داشت، بنابراین وقتی تندی گلوله ۷ کیلوگرمی به $۲\frac{m}{s}$ می‌رسد، تندی وزنه ۳ کیلوگرمی نیز $۲\frac{m}{s}$ خواهد شد. حال می‌توانیم تغییرات انرژی جنبشی کل دستگاه را به‌دست آوریم:

$$V_۱ = ۰ \Rightarrow k_۱ = ۰$$

$$V_۲ = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow k_۲ = \frac{۱}{۲}(m_۱ + m_۲)V^۲ = \frac{۱}{۲}(۳+۷)۲^۲ = ۲۰J$$

بنابراین انرژی جنبشی کل دستگاه ۲۰J افزایش یافته است. طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، تغییرات انرژی جنبشی سیستم برابر با کار کل انجام شده است، بنابراین:

$$W_{کل} = ۲۰J$$

در طی جابه‌جایی انجام شده، برای وزنه ۷ کیلوگرمی کار نیروی وزن و برای وزنه ۳ کیلوگرمی کار نیروی اصطکاک داریم:

$$W_{اصطکاک} = -f_{اصطکاک} \times d = -f_{اصطکاک} \times \frac{۱}{۲} = -\frac{f_{اصطکاک}}{۲}$$

$$W_{mg} = -m_۲ g\Delta h = -(۷kg)(۱۰\frac{N}{kg})(-\frac{۱}{۲}m) = ۳۵J$$

حال قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t = \Delta k = ۲۰J \Rightarrow W_{اصطکاک} + W_{mg} =$$

$$-\frac{f_{اصطکاک}}{۲} + ۳۵ = ۲۰ \Rightarrow f_{اصطکاک} = ۳۰N$$

(کتاب همراه علوی با تغییر) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ پایستگی انرژی) (متوسط)

۷- گزینه «۳» ـ با توجه به این‌که فقط روی سطح افقی اصطکاک وجود دارد، بنابراین انرژی جسم فقط روی این سطح تلف خواهد شد. با توجه به صورت سؤال، نیروی اصطکاک برابر با $\frac{۲}{۵}$ وزن جسم است؛ یعنی:

$$f_k = \frac{۲}{۵}W = \frac{۲}{۵}mg = \frac{۲}{۵} \times ۵ \times ۱۰ = ۲۰N$$

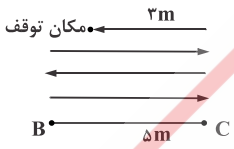
از طرفی می‌دانیم که کار نیروی اصطکاک (مقدار انرژی تلف شده) به صورت $W_{f_k} = -f_k d$ محاسبه می‌شود. انرژی مکانیکی اولیه جسم (در نقطه A) برابر است با:

$$E_A = k + U = \frac{۱}{۲}mV^۲ + mgh = \frac{۱}{۲} \times ۵ \times ۸^۲ + ۵ \times ۱۰ \times ۴ = ۳۶۰J$$

جسم در ابتدا دارای ۳۶۰J انرژی مکانیکی است که این میزان انرژی زمان‌هایی که گلوله روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود، تلف می‌شود تا در نهایت جسم متوقف شود. کل مسافتی که گلوله روی سطح افقی حرکت می‌کند تا انرژی اولیه آن به‌صورت کار نیروی اصطکاک تلف شود، به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

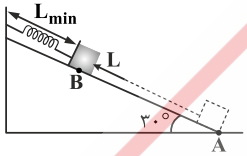
$$\text{کل انرژی تلف شده} = W_f = -f_k \times d \Rightarrow -۳۶۰ = -۲۰ \times d \Rightarrow d = ۱۸m$$

بنابراین جسم در مجموع بر روی سطح افقی ۱۸ m جابه‌جا می‌شود. با توجه به این‌که طول سطح افقی ۵ m است و جسم از نقطه A برای اولین مرتبه وارد سطح افقی می‌شود، جسم در لحظه توقف در فاصله ۳ متری نقطه C روی سطح افقی قرار می‌گیرد. (مطابق شکل زیر)



(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی درونی) (متوسط)

۸- گزینه «۳» ـ هنگامی‌که فنر در فشرده‌ترین حالت قرار می‌گیرد، انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر بیشینه می‌شود و جسم در بالاترین ارتفاع به حال سکون درمی‌آید (نقطه B). در این حالت فنر نسبت به حالت اولیه به اندازه L روی سطح شیب‌دار به سمت بالا جابه‌جا می‌شود. با توجه به نبود نیروهای اتلافی، انرژی مکانیکی سیستم پایسته است، بنابراین داریم:



$$E_A = E_B \Rightarrow k_A + U_A = k_B + U_B \quad (۱)$$

* انرژی پتانسیل (گرانشی و کشسانی فنر) جسم در پایین‌ترین سطح (نقطه A) را صفر در نظر می‌گیریم.

* اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B برابر است با:

$$h_B = ۰/۷۵ - L_{min}\sin ۳۰^\circ = ۰/۷۵ - \frac{L_{min}}{۲}$$

* هنگامی‌که جسم در نقطه B قرار می‌گیرد، دارای انرژی پتانسیل گرانشی و کشسانی فنر است و فاقد انرژی جنبشی است.

$$(۱) \text{ معادله} \rightarrow k_A + ۰ + ۰ = ۰ + (U_g)_B + (U_e)_B$$

از طرفی می‌دانیم که انرژی پتانسیل کشسانی فنر در نقطه B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی در نقطه A است.

$$(U_e)_B = \frac{۱}{۴}k_A$$

حال داریم:

$$k_A = (U_g)_B + \frac{۱}{۴}k_A \Rightarrow \frac{۳}{۴}k_A = (U_g)_B \Rightarrow \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲}m V_A^۲ = mgh_B$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲}\times ۴^۲ = ۱۰\times(۰/۷۵ - \frac{L_{min}}{۲}) \Rightarrow ۰/۶ = ۰/۷۵ - \frac{L_{min}}{۲}$$
$$\Rightarrow L_{min} = ۰/۳\,m = ۳۰\,cm$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ پایستگی انرژی مکانیکی) (دشوار)

۹- گزینه «۱» ـ وقتی متحرک روی خط راست با تندی ثابت حرکت کند، توان نیروی محرک آن از رابطه $P = F_{\parallel} \times V$ به‌دست می‌آید که $\mathbf{F}_{\parallel}$ در این رابطه مؤلفه‌ای از نیروی محرک در جهت حرکت جسم است. با توجه به اطلاعات صورت سؤال، مؤلفه در جهت حرکت جسم برابر است با:

$$F_{\parallel} = F\cos ۶۰^\circ = ۸۰\times\frac{۱}{۲} = ۴۰\,N$$

حال توان نیروی محرک را به‌دست می‌آوریم:

$$V = ۵۰\frac{cm}{s} = ۰/۵\frac{m}{s}$$

$$P = F_{\parallel} \times V = ۴۰\times ۰/۵ = ۲۰\,w$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ توان) (متوسط)

۱۰- گزینه «۴» ـ پمپ آب در مدت یک دقیقه ۸۰۰ کیلوگرم آب را تا ارتفاع ۴۵ متری بالا می‌برد. توان خروجی این پمپ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W = mgh = (۸۰۰\,kg)\times(۱۰\frac{N}{kg})(۴۵\,m) = ۳/۶\times ۱۰^۵\,J$$

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{t} = \frac{۳/۶\times ۱۰^۵}{۶۰} = ۶\times ۱۰^۳\,w = ۶\,kw$$

حال می‌توان بازده پمپ را به‌دست آورد:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times ۱۰۰ = \frac{۶\,kw}{۸\,kw}\times ۱۰۰ = ۷۵٪$$

(کتاب همراه علوی با تغییر) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ توان و بازده) (متوسط)

۱۱- گزینه «۱» ـ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۳»: کمیت دماسنجی این دماسنج، ولتاژ است.

گزینه‌های «۲» و «۴»: ترموکوپل تا پیش از سال ۱۹۹۰ میلادی جزو دماسنج‌های معیار شمرده می‌شد، اما به‌دلیل دقت کم‌تر نسبت به سایر دماسنج‌ها از دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد. (حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ دما و دماسنجی) (آسان)

۱۲- گزینه «۳» ـ رابطه تغییر دما برحسب درجه سلسیوس و فارنهایت به‌صورت زیر است:

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$$

با توجه به صورت سؤال، دمای جسم به اندازه $۴۵^\circ C$ تغییر می‌کند، بنابراین داریم:

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\times ۴۵ = ۸۱^\circ F$$

(کتاب همراه علوی با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ دما و دماسنجی) (آسان)

۱۳- گزینه «۴» ـ ابتدا رابطه بین مقیاس دماسنج ساختگی را با دماسنج سلسیوس به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\theta_۱ = ۱۰^\circ C\\ x_۱ = ۲۰\end{cases},\ \begin{cases}\theta_۲ = ۹۰^\circ C\\ x_۲ = ۶۰\end{cases}$$

$$\frac{x - x_۱}{x_۲ - x_۱} = \frac{\theta - \theta_۱}{\theta_۲ - \theta_۱} \Rightarrow \frac{x - ۲۰}{۶۰ - ۲۰} = \frac{\theta - ۱۰}{۹۰ - ۱۰} \Rightarrow \frac{x - ۲۰}{\cancel{۶۰}^{۱}} = \frac{\theta - ۱۰}{\cancel{۸۰}^{۲}} \Rightarrow x = \frac{\theta}{۲} + ۱۵$$

حال باید مشخص کنیم، در چه دمایی دماسنج ساختگی و دماسنج سلسیوس یک عدد را نشان می‌دهند.

$$x = \theta \Rightarrow x = \frac{x}{۲} + ۱۵ \Rightarrow x = \theta = ۳۰$$

بنابراین در دمای $۳۰^\circ C$، عددی که دماسنج‌های ساختگی و سلسیوس نشان می‌دهند یکی است که این دما برحسب مقیاس کلوین برابر است با $۳۰۳\,k$.

(کتاب همراه علوی با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ دما و دماسنجی) (دشوار)

۱۴- گزینه «۴» ـ با افزایش دمای یک جسم جامد، همه ابعاد جسم به یک نسبت افزایش می‌یابد، به عبارت بهتر شکل هندسی خود را حفظ می‌کند، بنابراین هم ابعاد صفحه فلزی افزایش می‌یابد و هم قطر سوراخ ایجاد شده روی آن.

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط گرمایی) (آسان)

۱۵- گزینه «۳» ـ با توجه به اطلاعات صورت سوال، افزایش دمای دو میله یکسان است.

$$\Delta T_A = \Delta T_B$$

افزایش طول میله A به اندازه ۲۵ درصد افزایش طول میله B بیشتر است؛ یعنی:

$$\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{۱۰۰+۲۵}{۱۰۰} = \frac{۵}{۴}$$

حال می‌توانیم به کمک رابطه مقایسه‌ای انبساط طولی، نسبت ضریب انبساط طولی دو میله A و B را محاسبه کرد:

$$\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B} = \frac{(L_i)_A}{(L_i)_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} \Rightarrow \frac{۵}{۴} = \frac{\overset{۵}{\cancel{۱۰۰}}}{\underset{۶}{\cancel{۱۲۰}}} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{۳}{۲}$$

(کنکور با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط طولی) (متوسط)

۱۶- گزینه «۱» ـ اگر طول هر ضلع مربعی L باشد، مساحت هر وجه مکعب مربع برابر $a = L^۲$ و مساحت جانبی مکعب مربع $A = ۶L^۲$ است.

$$A_۱ = ۶L^۲ = ۶ \times (۵۰)^۲ = ۱۵۰۰۰ cm^۲ = ۱/۵ \times ۱۰^۴ cm^۲$$

اگر دمای جسمی با مساحت سطح اولیه $A_۱$ را به اندازه ΔT افزایش دهیم، مساحت سطح آن جسم به اندازه ΔA افزایش می‌یابد و داریم:

$$\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta T \Rightarrow ۹۰ cm^۲ = ۱/۵ \times ۱۰^۴ cm^۳ \times (۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C}) \times \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = ۱۵۰ k = ۱۵۰^\circ C$$

(کنکور با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط سطحی) (متوسط)

۱۷- گزینه «۲» ـ نکته: اگر با افزایش دمای یک جسم، طول ابعاد آن x درصد افزایش یابد، مساحت‌های آن ۲x درصد و حجم آن ۳x درصد افزایش می‌یابد. از آن‌جایی‌که با افزایش دمای میله طول آن ۰/۲ درصد افزایش یافته است، حجم آن ۰/۶ درصد (۲/۰×۳) افزایش می‌یابد.

(کنکور با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط گرمایی) (آسان)

۱۸- گزینه «۳» ـ اگر چگالی جسمی از $\rho_۱$ به $\rho_۲$ تغییر کند، تغییرات چگالی برحسب درصد به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تغییرات چگالی برحسب درصد} = \frac{\Delta\rho}{\rho_۱} \times ۱۰۰ = \frac{\rho_۲ - \rho_۱}{\rho_۱} \times ۱۰۰$$

از طرفی می‌دانیم وقتی دمای جسمی با ضریب انبساط حجمی β به اندازه ΔT افزایش می‌یابد، چگالی جسم پس از افزایش دما به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) \Rightarrow \rho_۲ = \rho_۱ - \rho_۱\beta\Delta T \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta T$$

حال می‌توانیم میزان تغییر چگالی جسم را برحسب درصد به‌دست آوریم:

$$\text{تغییر چگالی برحسب درصد} = \frac{\Delta\rho}{\rho_۱} \times ۱۰۰ = \frac{-\rho_۱\beta\Delta T}{\rho_۱} \times ۱۰۰$$

$$= -\beta\Delta T \times ۱۰۰ = -(۳\alpha)\Delta T \times ۱۰۰$$

بنابراین تغییر چگالی جسم صورت سؤال برابر است با:

$$\text{تغییرات چگالی برحسب درصد} = -(۳ \times ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۸ \times ۱۰^۲) \times ۱۰^۲ = -۱۲$$

پس چگالی فلز ۱۲ درصد کاهش می‌یابد.

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط حجمی جامدات) (متوسط)

۱۹- گزینه «۲» ـ با توجه به این‌که وقتی دمای دو میله را افزایش می‌دهیم و اختلاف طول میله ثابت می‌ماند این یعنی افزایش طول میله‌ها با یکدیگر برابر است؛ یعنی:

$$\Delta L_{\text{مس}} = \Delta L_{\text{آلومینیم}} \Rightarrow L_{۱Cu} \times \alpha_{Cu} \times \Delta T_{Cu} = L_{۱Al} \times \alpha_{Al} \times \Delta T_{Al}$$

$$\xrightarrow[\text{دما پیدا میکنند}]{\text{هر دو میله به یک میزان افزایش}} L_{۱Cu} \times \alpha_{Cu} = L_{۱Al} \times \alpha_{Al}$$

$$\Rightarrow ۱۱۵ cm \times ۱۷ \times ۱۰^{-۶} = L_{۱Al} \times ۲۳ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow L_{۱Al} = ۸۵ cm$$

پس طول اولیه میله آلومینیومی ۸۵cm است. از آن‌جایی‌که طول اولیه مسی ۱۱۵cm است، بنابراین اختلاف طول میله ۳۰cm می‌باشد که با افزایش دما طول هر میله بیش‌تر می‌شود، اما اختلاف طول میله‌ها ثابت خواهد ماند.

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط طولی) (دشوار)

۲۰- گزینه «۱» ـ از آن‌جایی‌که کتری پر از آب بوده است، بنابراین حجم آب لبریز شده را می‌توان به کمک رابطه زیر محاسبه کرد:

$$V_{\text{لبریز}} = V_۱(\beta_{\text{مایع}} - ۳\alpha_{\text{ظرف}})\Delta T$$

که در این رابطه، $V_۱$ حجم اولیه مایع و یا حجم ظرف است. با توجه به اطلاعات صورت سؤال داریم:

$$V_۱ = ۲ lit = ۲۰۰۰ mL$$

$$V_{\text{لبریز}} = ۲۱ cm^۳ = ۲۱ mL$$

$$V_{\text{لبریز}} = ۲۰۰۰[۲۷ \times ۱۰^{-۵} - ۳\alpha] \times ۷۰ = ۲۱ \Rightarrow \alpha = ۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{k}$$

(کنکور با تغییر) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط حجمی مایعات) (دشوار)