



آزمون

جامع

چهارم

مرحله



۷۲ (۵)

?

۴۸۰ (۳)

✓✗

Handwritten diagram illustrating the derivation of the beta function for the coupling g . The diagram shows two vertices connected by a gluon line, with external quark lines. The vertices are labeled with the coupling g . The diagram is then shown with a loop correction, and the beta function is derived as $\beta(g) = -g^3/(16\pi^2) \cdot (11 - 2/3 \cdot n_f)$.

?

۴

دو گوی هم‌اندازه A و B که جرم گوی A بیشتر از جرم گوی B است، به صورت هم‌زمان، از سطح زمین و با سرعت اولیه یکسان، در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شوند. اگر اندازه نیروی مقاومت هوای وارد بر دو گوی در طی حرکت آن‌ها ثابت و یکسان باشد، چه تعداد از موارد زیر درست است؟

الف) مدت بالارفتن گوی A بیشتر از مدت بالارفتن گوی B است. ☒

ب) ارتفاع اوج گوی A کمتر از ارتفاع اوج گوی B است. ☒

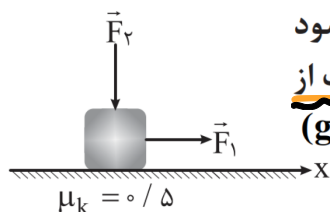
پ) تندی برخورد به سطح زمین گوی A بیشتر از تندی برخورد به زمین گوی B است. ☒

ت) تندی متوسط هر دو گوی از لحظه پرتاب تا بالاترین نقطه مسیرشان برابر است. ☒

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

م‌اندازه

۵



در شکل مقابل، به جسم ۴ کیلوگرمی دو نیروی افقی $\vec{F}_1$ و قائم $\vec{F}_2$ وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر در یک لحظه، اندازه هر یک از نیروها نصف شود، بلافاصله پس از این لحظه، شتاب جسم در SI کدام است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

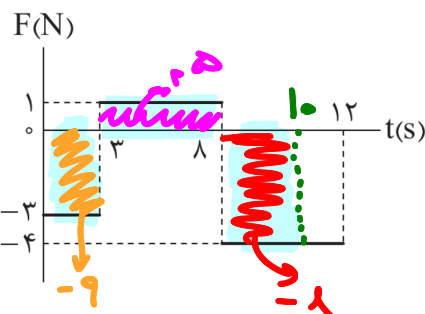
- ۱) $2\vec{i}$ ۲) $-2\vec{i}$ ۳) $2/5\vec{i}$ ۴) $-2/5\vec{i}$

$$F_1 - f_k = 0 \rightarrow F_1 - 0.5(40 + F_2) = 0 \rightarrow a = -0.5$$

$$F_1 - 0.5(20 + F_2) = 1/5 a$$

۶

نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم ۸۰۰ g که در راستای محور x حرکت می‌کند، بر حسب زمان به شکل مقابل است. اگر در مبدأ زمان، جسم با تندی 5 m/s در جهت محور x در حال حرکت باشد، اندازه تکانه جسم در لحظه $t = 10 \text{ s}$ در SI کدام است؟



- ۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰

$$\Delta P = -12$$

$$P_1 = mv_1 = 0.8 \times 5 = 4$$

$$P_2 = 4 + (-12) = -8$$

$$R_{\text{سیاره}} = 3R_{\text{زمین}}$$

جرم سیاره‌ای با جرم کره زمین برابر و حجم آن ۲۷ برابر حجم کره زمین است. شتاب گرانش در سطح این سیاره با شتاب گرانش در چه فاصله‌ای از سطح زمین برابر است؟ (R_e شعاع کره زمین است).

$$8R_e \quad (3)$$

$$3R_e \quad (2)$$

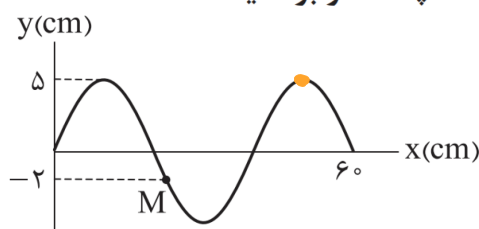
$$2R_e \quad (4)$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

$$R_{\text{سیاره}} = 3R_{\text{زمین}}$$

$$R + h = 3R \rightarrow h = 2R$$

تصویر موج عرضی منتشرشده در تار کشیده‌ای در لحظه $t = 0$ به شکل زیر است. اگر تندی انتشار موج در تار برابر 60 m/s باشد، تندی متوسط ذره M از تار در بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 0.5 \text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟



$$\frac{5}{2} = n \times \frac{1}{3} \times 12 \rightarrow n = 9$$

$$v = \frac{v}{f} = \frac{60 \times 0.5}{0.5} = 60$$

$$1/5 \quad (1)$$

$$3 \quad (2)$$

$$15 \quad (3)$$

$$30 \quad (4)$$

$$\frac{1 \times \lambda}{12} = \frac{4}{10} \rightarrow \lambda = 0.16 \text{ m}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.16}{60} = \frac{2}{300} = \frac{1}{150}$$

$$9 \rightarrow 2A$$

$$90 \rightarrow 2 = 2A$$

نخی به طول 100 cm را به دو قسمت غیر مساوی تقسیم کرده و با هر قسمت یک آونگ ساده می‌سازیم. اگر دوره تناوب یکی از این آونگ‌ها ۳ برابر دوره تناوب آونگ دیگر باشد، طول نخ آونگی که بسامد بیشتری دارد، چند سانتی‌متر است؟

$$25 \quad (2)$$

$$90 \quad (4)$$

$$10 \quad (1)$$

$$75 \quad (3)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}} = 2\pi f \uparrow$$

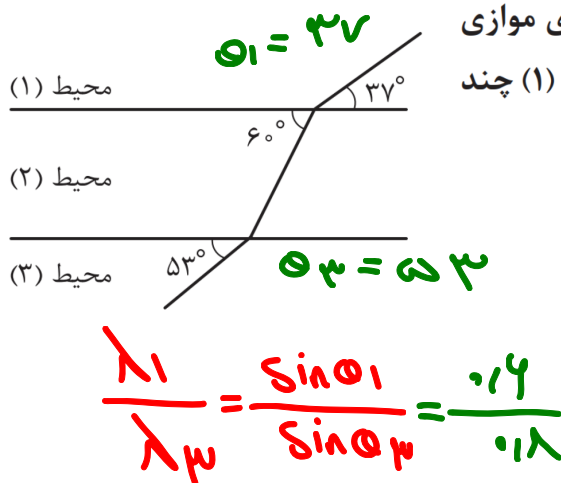
$$\frac{2\pi}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$100 \text{ cm} \rightarrow L_2 = 9$$

$$100 \text{ cm} \rightarrow L_1$$

۱۰

شکل مقابل، یکی از جبهه‌های موج تختی را در سه محیط با مرزهای موازی نشان می‌دهد. به ترتیب از راست به چپ، طول موج و بسامد موج در محیط (۱) چند برابر طول موج و بسامد آن در محیط (۳) است؟ $(\sin 37^\circ = 0.6)$



(۱) $\frac{3}{4}, \frac{4}{3}$
(۲) $1, \frac{4}{3}$
(۳) $1, \frac{3}{4}$

(۱) $\frac{3}{4}, \frac{4}{3}$
(۲) $1, \frac{4}{3}$
(۳) $\frac{3}{4}, \frac{3}{4}$

۱۱

۵۶- کدام یک از موارد زیر دربارهٔ بازتاب پخشنده نور درست است؟

- (الف) این نوع از بازتاب در سطح‌هایی رخ می‌دهد که ابعاد پستی و بلندی‌های آن از طول موج نور تابیده بزرگ‌تر است. ✓
(ب) این نوع از بازتاب در سطح‌هایی رخ می‌دهد که ابعاد پستی و بلندی‌های آن از طول موج نور تابیده کوچک‌تر است. ✗
(پ) در این نوع بازتاب، زاویه‌های تابش و بازتاب هر پرتو نور، با یکدیگر برابر است. ✓
(ت) در این نوع بازتاب، زاویه‌های تابش و بازتاب هر پرتو نور، با یکدیگر برابر نیست. ✗

(۴) ب و ت

(۳) ب و پ

(۲) الف و ت

(۱) الف و پ ✓

ناله‌ای $>$ λ → پخشنده
 $<$ → منظم

۱۲

در اتم هیدروژن، الکترون در دومین حالت برانگیخته قرار دارد. با در نظر گرفتن گذارهای ممکن، بیشترین بسامد گسیلی توسط این الکترون، چند برابر بیشترین بسامد جذبی آن است؟

۸ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

$$f_{\text{بسی}} = \nu \times 10^{15} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$f_{\text{جذبی}} = \nu \times 10^{15} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\frac{f_{\text{بسی}}}{f_{\text{جذبی}}} = \frac{\frac{1}{1} - \frac{1}{9}}{\frac{1}{9} - 0} = 8$$

۱۳

از طیف گسیلی اتم هیدروژن، طول موج مربوط به کدام یک از خط‌های زیر برابر $\frac{8}{15} \text{ nm}$ است؟ $\frac{1}{\lambda} = ?$ $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$

(۱) اولین خط رشته بالمر ($n' = 2$)

(۲) دومین خط رشته بالمر ($n' = 3$)

(۳) اولین خط رشته پاشن ($n' = 3$)

(۴) دومین خط رشته پاشن ($n' = 4$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$$

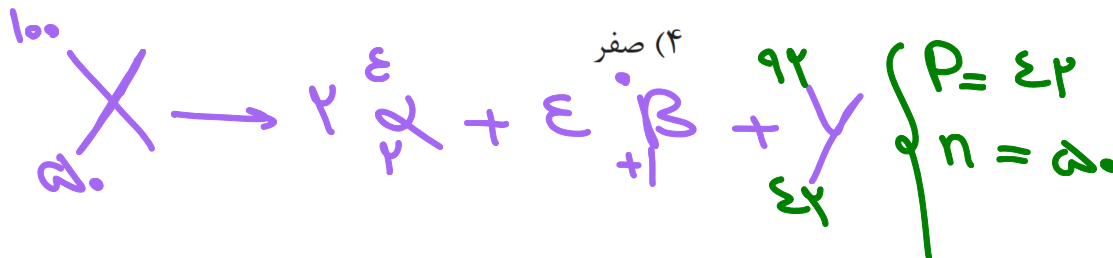
۱۴

تعداد پروتون‌های یک هسته، برابر تعداد نوترون‌های آن است. این هسته با گسیل ۲ پرتو α و ۴ پرتو β^+ به هسته جدیدی تبدیل می‌شود. اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های این هسته جدید کدام است؟

(۲) ۴

(۳) ۸

(۳) ۲



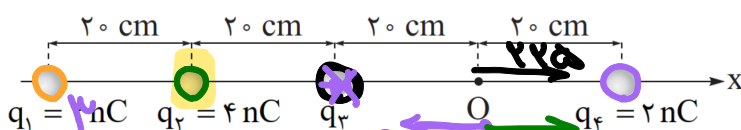
۱۵

در شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای روی محور x ثابت شده‌اند. اگر میدان الکتریکی حاصل از این بارها در نقطه O برابر با $\vec{E} = (100 \text{ N/C})\vec{i}$ باشد، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 در SI کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{q_2}{r^2} = 450$$

$$450 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_2}{(0.1)^2} \rightarrow q_2 = +1 \text{ nC}$$

$$\vec{F} = (2/5 \times 10^{-6})\vec{i}$$



$$\vec{F} = (-2/5 \times 10^{-6})\vec{i}$$

$$\vec{F} = (3/3 \times 10^{-6})\vec{i}$$

$$\vec{F} = (-1/4 \times 10^{-6})\vec{i}$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(0.2)^2} = 112.5$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-9}}{(0.2)^2} = 450$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(0.2)^2} = 225$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(0.2)^2} = 225$$

$$225 \times 2 \times \frac{1}{2} = 225$$

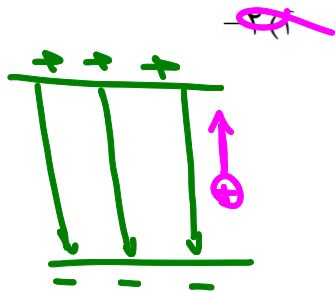
$$225 \times 2 \times \frac{1}{2} = 225$$

$$225 \times 2 \times \frac{1}{2} = 225$$

$$225 \times 2 \times \frac{1}{2} = 225$$

۱۶

یک ذره با بار الکتریکی q در میدان الکتریکی $\vec{E} = (3 \times 10^5 \text{ N/C})\vec{i} - (4 \times 10^5 \text{ N/C})\vec{j}$ یکنواخت از نقطه $A(0, 20 \text{ cm})$ به نقطه $B(0, 80 \text{ cm})$ جابه‌جا می‌شود. اگر در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی ذره 360 mJ افزایش یابد، q بر حسب میکروکولن کدام است؟



$$\Delta U = Eqd$$

$$W = Eqd$$

$$q = 1.5$$

$$100 \rightarrow 12.5$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی به ظرفیت $5 \mu\text{F}$ را 20% درصد افزایش می‌دهیم. اگر با این کار انرژی ذخیره‌شده در آن 11 mJ افزایش یابد، بار الکتریکی ذخیره‌شده در آن چند میکروکولن تغییر می‌کند؟

$$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$$

$$11 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$1.2 = \frac{1}{2} V_2^2 \rightarrow V_2^2 = 2.4 \rightarrow V_2 = 1.5$$

$$\Delta Q = CV = 5 \times 2 = 10 \mu\text{C}$$

۱۸

طول سیم مسی A نصف طول سیم مسی B و جرم سیم A ، 4 برابر جرم سیم B است. دو سر دو سیم به طور جداگانه به دو باتری مشابه به مقاومت درونی 6Ω وصل هستند. اگر آهنگ گرمای تولیدشده در دو سیم برابر باشد، مقاومت سیم B چند اهم است؟

$$P = I^2 R$$

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{I_B}{I_A} \right)^2$$

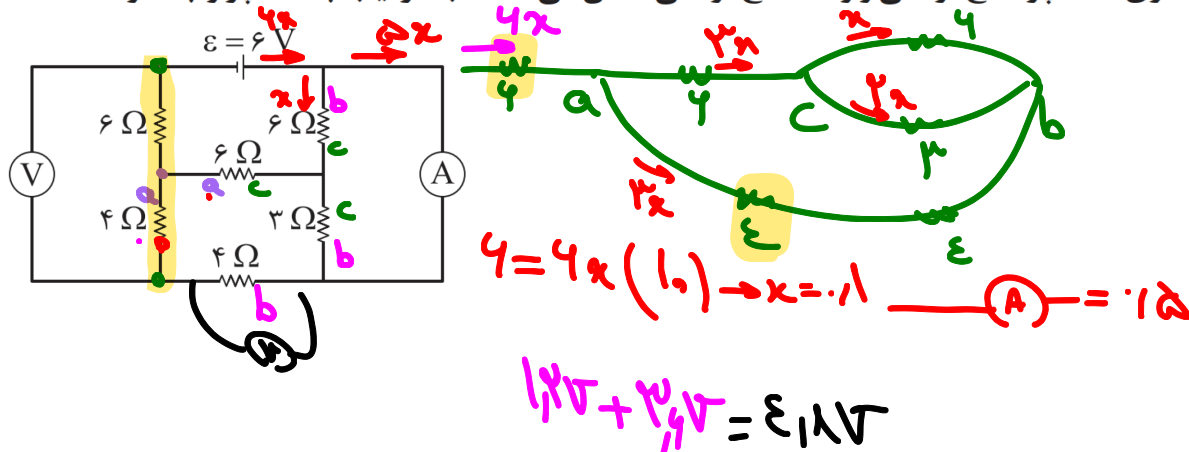
$$\frac{1}{14} = \left(\frac{R+4}{14R+4} \right)^2$$

$$ER + 2E = 14R + 4$$

$$11 = 14R \rightarrow R = 1.7$$

۱۹

در مدار شکل زیر، مقداری که آمپرسنج آرمانی و ولتسنج آرمانی نشان می‌دهند، به ترتیب چند آمپر و چند ولت است؟



$$2/4.0/3(1)$$

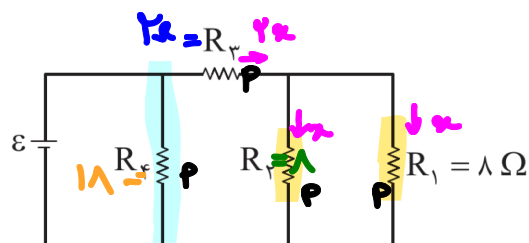
$$4/8.0/3(2)$$

$$2/4.0/5(3)$$

$$4/8.0/5(4)$$

۲۰

در مدار شکل زیر، اگر توان مصرفی تمام مقاومت‌ها با یکدیگر برابر باشد، مقاومت معادل مدار چند اهم است؟



۶ (۱)

$$4/5(2)$$

$$3/5(3)$$

۳ (۴)

۲۱

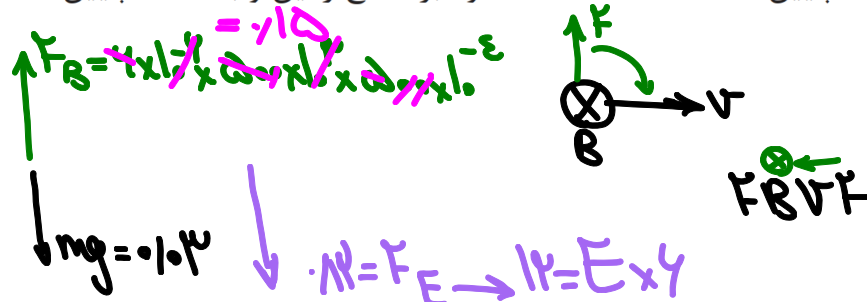
ذره‌ای به جرم ۳g و بار الکتریکی $6\mu C$ در راستای افقی با تندی 500 km/s به سمت شرق پرتاب می‌شود. در محل پرتاب این ذره، میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 500 \text{ G}$ به سمت شمال، و میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ وجود دارد. $\vec{E}$ برابر چند ولت بر میلی‌متر و در چه جهتی باشد تا ذره روی خط راست و بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

(۲) عمود بر سطح زمین و به سمت بالا

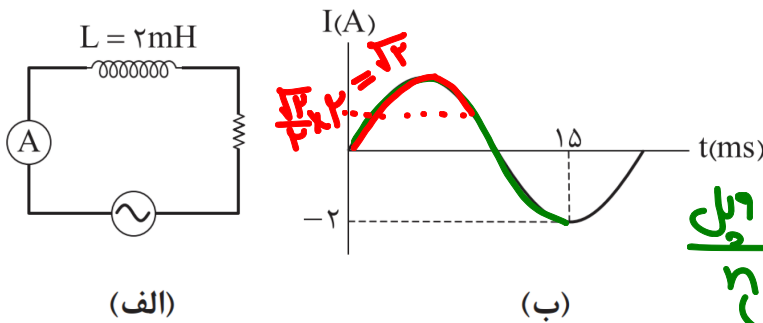
(۱) عمود بر سطح زمین و به سمت بالا

(۴) عمود بر سطح زمین و به سمت پایین

(۳) عمود بر سطح زمین و به سمت پایین



۲۲



در مدار شکل «الف»، نمودار جریان حاصل از مولد جریان متناوب بر حسب زمان به شکل «ب» است. انرژی ذخیره شده در القاگر در لحظه $t = 7.5\text{ms}$ چند میلی ژول است؟

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 2$$

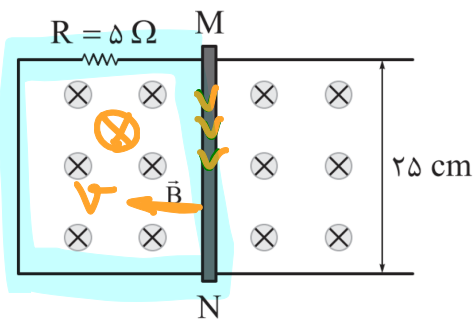
$$\begin{array}{r} 15\text{ms} \\ \hline 2 \\ \hline 7.5\text{ms} \end{array}$$

۲ (✓)

۱ (۱)

۲۳

مدار شکل زیر، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 200\text{G}$ قرار دارد. بردار سرعت حرکت میله رسانای MN بر حسب متر بر ثانیه، کدام باشد تا در آن، جریان الکتریکی 4mA از نقطه M به نقطه N القا شود؟



$$IR = BLv$$

$$4 \times 10^{-3} \times 5 = 200 \times 10^{-4} \times v \times \frac{1}{100}$$

$$v = 10$$

$$\begin{array}{l} \vec{v} \times \vec{B} \\ \vec{v} \times \vec{B} \\ -4\vec{i} \\ -0.4\vec{i} \end{array}$$

$$\frac{4}{10} = \frac{4}{10} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{100}$$

۲۴

در مدتی که تندی خودرویی به جرم 1080kg از 30 km/h به 60 km/h می‌رسد، کار کل انجام شده روی آن چند کیلوژول است؟

۱۴۵۸ (۴)

۱۴۵ / ۸ (۳)

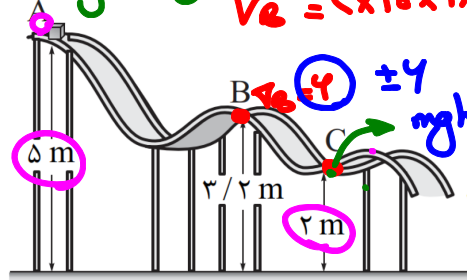
۱۱۲۵ (۲)

۱۱۲ / ۵ (✓)

$$W = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times 1080 \times \left(\frac{60}{3.6} \right)^2 - \left(\frac{30}{3.6} \right)^2 = 11250\text{ J}$$

۲۵

در شکل زیر، جسمی به جرم 12 kg در نقطه A از حال سکون رها می شود و در مسیری بدون اصطکاک سر می خورد. کدام یک از موارد زیر درباره این جسم درست است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



- الف) تندی جسم در نقطه B به 6 m/s می رسد. ☒
- ب) انرژی جنبشی جسم در نقطه C برابر 360 J است. ☒
- پ) کار نیروی گرانش در حرکت جسم از نقطه A تا نقطه B برابر 16 J است. ☒
- الف (۱) ☒
- الف و ب (۲) ☐
- ب و پ (۴) ☐
- الف و پ (۳) ☒

۲۶

در شکل زیر، ظرفی که از دو قسمت استوانه ای به مساحت های مقطع 50 cm^2 و 20 cm^2 تشکیل شده است، روی سطح افقی قرار دارد. در این ظرف چند کیلوگرم از مایعی به چگالی 0.8 g/cm^3 بریزیم تا نیرویی که از ظرف مایع به کف ظرف وارد می شود، برابر 12 N باشد؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



$$F = \rho g h A \rightarrow 12 = 800 \times 10 \times h \times 50 \times 10^{-6} \rightarrow h = 30\text{ cm}$$

۱/۲ (۲) ☐

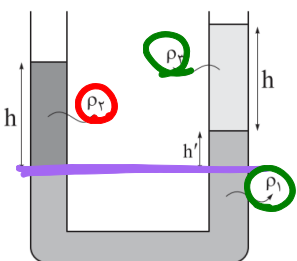
۱/۳۵ (۱) ☐

۱/۰۸ (۳) ☒

۹/۶ (۴) ☐

$$m = \rho V = \frac{\lambda}{10} \times 1250$$

در شکل زیر، سه مایع مخلوطنشده به چگالی های ρ_1 ، ρ_2 و ρ_3 در تعادل هستند. اگر $\rho_1 = 2\rho_2 = 10\rho_3$ باشد،



$$\rho_1 h = \rho_2 h' + \rho_3 h'$$

$$h' = \frac{\rho_1}{\rho_2} h$$

نسبت $\frac{h'}{h}$ کدام است؟

- ۰/۲ (۱) ☐
- ۰/۴ (۲) ☒
- ۰/۶ (۳) ☐
- ۰/۸ (۴) ☐

۲۷

۲۸

ضریب انبساط طولی فلزی 10^{-5} K^{-1} است. اگر دمای این فلز 12°F افزایش یابد، چگالی آن تقریباً چند درصد کاهش می‌یابد؟

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta F = \frac{1}{2} \Delta \theta$$

$$\Delta \rho = \rho_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta \rho = 100 \times 10^{-5} \times 12 \times \frac{1}{2}$$

۲۹

مقداری یخ به جرم m_1 دمای -2°C را در مقداری آب به جرم m_2 و دمای 2°C می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی مخلوطی از 100 g یخ و 600 g آب ایجاد شود، نسبت $\frac{m_2}{m_1}$ برابر کدام است؟
($L_F = 336 \text{ J/g}$, $c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} = 4/2 \text{ J/g.K}$)

$$m_2 + m_1 = 700$$

$$m_1 \cdot 2 \cdot 4 + m_2 \cdot 2 \cdot 4 = (700 - m_1) \cdot 1 \cdot 4 + m_1 \cdot 336$$

$$m_1 + 8m_2 = 1400 - 2m_1 \rightarrow 3m_1 + 8m_2 = 1400$$

$$m_1 - m_2 = 100$$

$$m_2 = 800$$

$$m_1 = 700 - 800 = -100$$

۳۰

چگالی مایع A، ۲ برابر چگالی مایع B است. در حالت اول جرم یکسانی از دو مایع و در حالت دوم حجم یکسانی از دو مایع را مخلوط می‌کنیم. چگالی محلول حاصل در حالت اول، چند برابر چگالی محلول حاصل در حالت دوم است؟ (حجم مایع‌ها در اثر مخلوط شدن کاهش نمی‌یابد.)

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = 2$$

$$\frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{1 + 1}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{2}{1.5} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1 + 2}{1 + 1} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{4/3}{3/2} = \frac{8}{9}$$